



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**SISTEMA DE MEJORA CONTINUA EN EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA “TEXTILES BETEX S.A.C”
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PHVA**

**PRESENTADO POR
NICOLÁS QUIÑONEZ VILLA
CLAUDIA SALINAS GAMBOA**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**

LIMA – PERÚ

2016



**Reconocimiento - No comercial - Compartir igual
CC BY-NC-SA**

Los autores permiten transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**SISTEMA DE MEJORA CONTINUA EN EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA “TEXTILES BETEX S.A.C”
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PHVA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADO POR

**QUIÑONEZ VILLA, NICOLÁS
SALINAS GAMBOA, CLAUDIA**

LIMA – PERÚ

2016



Agradecemos a Dios por esta oportunidad y a nuestros padres por su incondicional apoyo en cada momento de nuestras vidas.

ÍNDICE GENERAL

Resumen	19
Abstract	20
Introducción	21
1.1 Antecedentes	21
1.2 Objetivos	23
1.2.1 Objetivo general	23
1.2.2 Objetivos específicos	23
Capitulo I	24
Marco teórico	24
1.1 Conceptos generales	24
1.1.1 Mype	24
1.1.2 Proceso	24
1.1.3 Indicador	26
1.1.4 Producción	26
1.2 Productividad	27
1.2.1 Definición	27
1.2.2 Productividad parcial	28
1.2.3 Factores que afectan la productividad	28
1.2.4 Productividad y calidad	30
1.2.5 Indicadores asociados a la productividad	31
1.2.5.1 Eficiencia	31
1.2.5.2 Eficacia	32
1.2.5.3 Efectividad	33
1.3 Mejora continua	33
1.3.1 Definición de mejora continua	33
1.3.2 Características de un sistema de mejora continua	35
1.3.3 Ventajas y desventajas de la mejora continua	36
1.3.3.1 Ventajas	37

1.3.3.2 Desventajas	37
1.4 Metodologías	38
1.4.1 Six sigma	38
1.4.2 Total quality management (TQM)	40
1.4.3 Mantenimiento total de la producción (TPM)	41
1.4.4 Kaizen	45
1.4.5 Lean manufacturing	47
1.5 Planear, hacer, verificar y actuar (PHVA)	52
1.5.1 Antecedentes del PHVA y Deming	52
1.5.2 Descripción PHVA	54
1.5.3 Etapas del ciclo PHVA	54
1.5.4 Ventajas del PHVA	56
1.5.5 Alcance del PHVA	57
1.6 Herramientas básicas para la mejora	57
1.6.1 Diagrama de Pareto	57
1.6.2 Diagrama causa y efecto	59
1.6.3 Reunión creativa (Braistorming)	60
1.6.4 Árbol de problema y objetivos (nueva herramienta de calidad)	61
1.6.5 Los 5 porque (5 why)	62
1.6.6 Las 5`S	62
1.6.7 Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)	64
1.6.8 Mantenimiento autónomo	65
1.6.9 Programa de mantenimiento preventivo	66
1.6.10 Poka yoke	66
1.6.11 Despliegue de función de calidad (QFD)	67
1.6.12 Diseño de experimentos Taguchi	68
1.6.13 Balanced scorecard	69
Capitulo II	70
Metodología	70
2.1 Material y métodos	70
2.1.1 Materiales	70
2.1.2 Métodos	71
2.1.2.1 Criterios de evaluación	71

2.1.2.2 Evaluación de metodologías	72
2.1.2.2.1 Ponderación de los criterios	72
2.1.2.2.2 Ponderación de las metodologías	73
2.2 Desarrollo del proyecto	74
Capitulo III	76
Pruebas y resultados	76
3.1 Etapa: Planear	77
3.1.1 Situación actual de la empresa	76
3.1.1.1 Aspecto económico	77
3.1.1.2 Aspecto comercial	78
3.1.1.3 Aspecto productivo	80
3.1.1.4 Aspecto organizacional	93
3.1.2 Definición del problema	94
3.1.2.1 Causas del problema	95
3.1.2.2 Árbol de problemas	102
3.1.2.3 Árbol de objetivos	103
3.1.3 Plan de mejora	104
3.1.4 Evaluación cuantitativa inicial de las causas	106
3.1.4.1 Distribución de planta	106
3.1.4.2 La Maquinaria	113
3.1.4.3 Mantenimiento Autónomo	126
3.1.4.4 Motivación de los operarios	127
3.1.5 Plan de trabajo	128
3.1.5.1 Descripción de actividades	128
3.1.5.2 Cronograma de actividades	134
3.2 Etapa: Hacer	135
3.2.1 Elaboración sistemática de la disposición de planta	135
3.2.1.1 Distribución general	152
3.2.1.2 Disposición propuesta	156
3.2.2 Implementación de las "5S"	158
3.2.3 Implementación de dispositivos Poka-yoke	166
3.2.4 Implementación del programa de mantenimiento preventivo y autónomo	176

3.2.5 Elaboración del plan de producción y requerimiento de materiales	
3.2.6 Desarrollo de actividades de reconocimiento al personal	201
3.2.7 Despliegue de función de calidad (QFD)	202
3.2.8 Diseño de Taguchi de calcetines	204
3.2.9 Implementación del: Balanced score card	209
3.3 Etapa: Verificar	210
3.4 Etapa: Actuar	210
3.4.1 Mantenimiento, control y estandarización de mejoras	210
Capitulo VI	213
4.1 Discusión de resultados	213
Conclusiones	246
Recomendaciones	248
Referencias bibliográficas	249
Anexos	251

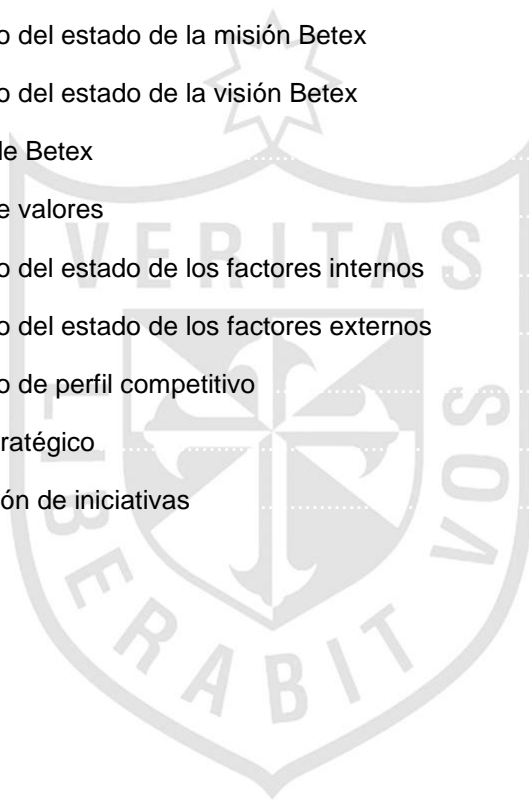


ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.-Representación de un proceso	27
Ilustración 2.-Reacción en cadena de la productividad	30
Ilustración 3.Áreas debajo de la curva normal	39
Ilustración 4.-Evolución de la gestión del mantenimiento	42
Ilustración 5.-Agrupación de las pérdidas en función de los efectos que provocan	43
Ilustración 6.-La sombrilla de Kaizen	46
Ilustración 7.-Adaptación actualizada de la casa Toyota	49
Ilustración 8.-Representación del ciclo PHVA	54
Ilustración 9.-Proceso círculo mejora continua	56
Ilustración 10.-Pocos vitales -muchos triviales	58
Ilustración 11.-Representación de Pareto	58
Ilustración 12.-Diagrama de Ishikawa	59
Ilustración 13.-Representación de las 5S	64
Ilustración 14. Aspectos actuales	76
Ilustración 15. Proceso productivo de calcetines	80
Ilustración 16. Desorden en la planta	97
Ilustración 17.- Factores primarios –material	141
Ilustración 18.-Factores secundarios I	142
Ilustración 19.-Factores secundarios II	142
Ilustración 20.- Selección de acarreo	143
Ilustración 21.- Anclaje de motor para máquinas de tejido	145
Ilustración 22.- Eje de motor de máquinas de tejido	145
Ilustración 23.- Depósitos para diferentes procesos	146
Ilustración 24.- Almacén de productos terminados	147
Ilustración 25.- Área de materia prima	147
Ilustración 26.- Área de productos en proceso	147

Ilustración 27 .- Luminarias en el área de Remalle	149
Ilustración 28.- Tabla relacional de actividades	153
Ilustración 29.-Diagrama relacional de actividades	155
Ilustración 30.- Disposición propuesta	156
Ilustración 32.-Tarjeta roja Betex	158
Ilustración 33.- Clasificación en área de tejido	159
Ilustración 34.-Clasificación en área de remalle	160
Ilustración 35.- Clasificación en almacén	160
Ilustración 36.- Layout de elementos innecesarios por áreas	160
Ilustración 37.- Señalización de áreas	162
Ilustración 38.- Mural de Implementación	164
Ilustración 39.- Capacitación para estandarización de actividades	165
Ilustración 40.- Mecanismo de vigilancia de hilos vanizados	172
Ilustración 41.- Dispositivos Poka yoke en máquinas tejedoras	173
Ilustración 42.- Dosificador de aceite	173
Ilustración 43.- Inspección visual- área de depilado	174
Ilustración 44.- Dispositivo Poka yoke en área de remallado	175
Ilustración 45.-Operario realizando mantenimiento autónomo	177
Ilustración 46 .- Formato de fallas	178
Ilustración 47.- Incremento de productividad	227
Ilustración 48.- Hilo nylon	252
Ilustración 49.-Ubicación geográfica	253
Ilustración 50.-Organigrama Textiles Betex S.A.C	254
Ilustración 51.- Calcetines de bebé	255
Ilustración 52.- Calcetines de dama	255
Ilustración 53.- Calcetines de caballero	255
Ilustración 54.- Proceso de tejido	257
Ilustración 55.-Diagrama de operaciones de calcetines de caballeros	260
Ilustración 56.- Diagrama de operaciones de calcetines de damas	262
Ilustración 57.- Diagrama de operaciones de calcetines de bebe	264

Ilustración 58.- Diagrama de operacione teñido	266
Ilustración 59.-Ficha técnica maquinaria de tejido	268
Ilustración 60.- Ficha técnica de la máquina remalladora	269
Ilustración 61.- Máquina prehormadora	270
Ilustración 62.- Conos de hilo nylon	271
Ilustración 63.- Elástico	271
Ilustración 64. Distribución de planta Betex	275
Ilustración 65 .- Diagrama de recorrido Betex	278
Ilustración 66.- Resultado del estado de la misión Betex	442
Ilustración 67.- Resultado del estado de la visión Betex	445
Ilustración 68.- Valores de Betex	445
Ilustración 69.- Estado de valores	447
Ilustración 70.- Resultado del estado de los factores internos	449
Ilustración 71.- Resultado del estado de los factores externos	451
Ilustración 72.- Resultado de perfil competitivo	452
Ilustración 73.- Mapa estratégico	477
Ilustración 74.- Priorización de iniciativas	491



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores que afectan la productividad	29
Tabla 2. Cuadro de ponderación	72
Tabla 3.- Ponderación de metodologías	73
Tabla 4.- Nivel de importancia	73
Tabla 5.- Desarrollo del PHVA	74
Tabla 6. Entrega de pedidos de marzo 2011	78
Tabla 7. Producción de líneas	83
Tabla 8. Ratios de líneas de producción	84
Tabla 9.- Principales indicadores de línea de calcetines de bebé	85
Tabla 10. Productividad de línea de bebé	86
Tabla 11.- Principales indicadores de línea de damas	87
Tabla 12. Productividad de la línea de dama	88
Tabla 13.- Principales indicadores de línea de caballero	89
Tabla 14. Productividad de la línea de caballero	90
Tabla 15. Eficiencia de líneas	91
Tabla 16. Eficacia operativa de líneas	91
Tabla 17. Eficacia en el tiempo de líneas	92
Tabla 18. Eficacia cualitativa de líneas	92
Tabla 19. Eficacia de líneas	92
Tabla 20. Efectividad de líneas	92
Tabla 21.- Tiempo en minutos perdidos	93
Tabla 22. Factores que generan docenas defectuosas	100
Tabla 23.- 5 porque (5 Why)	104
Tabla 24.- Evaluación de las 5S	106
Tabla 25. Puntaje	107
Tabla 26. Necesidades para una mejor distribución-factor material	110

Tabla 27. Necesidades para una mejor distribución -factor maquinaria	111
Tabla 28 . Necesidades para una mejor distribución-factor hombre	111
Tabla 29. Necesidades para una mejor distribución -factor movimiento	111
Tabla 30. Necesidades para una mejor distribución-factor espera	112
Tabla 31 . Necesidades para una mejor distribución- factor servicio	112
Tabla 32. Necesidades para una mejor distribución- factor edificio	113
Tabla 33.- Necesidades para una mejor distribución-factor cambio	113
Tabla 34.-Clasificación según gravedad o severidad de fallo	114
Tabla 35.-Clasificación según la probabilidad de ocurrencia	114
Tabla 36.- Clasificación según la probabilidad de no detección	115
Tabla 37.Análisis de modal de fallo y efecto de la máquina de tejido	115
Tabla 38.Propuestas a desarrollar para el proceso de tejido	116
Tabla 39. Análisis de modal de fallo y efecto de la máquina de depilado	117
Tabla 40. Propuestas a desarrollar para el proceso de depilado	117
Tabla 41. Análisis de modal de fallo y efecto de la máquina de remallado	118
Tabla 42. Propuestas a desarrollar para el proceso de remallado	118
Tabla 43. Análisis de modal de fallo y efecto de la máquina de planchado	119
Tabla 44. Propuestas a desarrollar para el proceso de planchado	119
Tabla 45. Análisis de pérdidas de máquina de tejido	120
Tabla 46. Análisis de pérdidas de máquina de remalle	121
Tabla 47. Análisis de pérdidas de máquina planchado	122
Tabla 48.- Niveles de producción	122
Tabla 49.- Capacidad de máquinas de tejido	123
Tabla 50.-Capacidad de máquina de remalle	123
Tabla 51.-Capacidad de máquinas de planchado	123
Tabla 52.- Tiempo medio entre fallas	124
Tabla 53.- Tiempo medio por falla	124
Tabla 54.-Disponibilidad de maquinaria	124
Tabla 55.- Rendimiento de máquina	125
Tabla 56.-Calidad de máquina	125

Tabla 57.- Efectividad global inicial de los equipos	126
Tabla 58.-Descripción de etapa 1	128
Tabla 59.-Descripción de etapa 2	129
Tabla 60.- Descripción de etapa 3	130
Tabla 61.-Descripción de etapa 4	130
Tabla 62.- Descripción de etapa 5	131
Tabla 63.-Descripción de etapa 6	131
Tabla 64.- Descripción de etapa 7	131
Tabla 65.- Descripción de etapa 8	132
Tabla 66.- Descripción de etapa 9	132
Tabla 67.- Descripción de etapa 10	133
Tabla 68.- Cronograma de actividades	134
Tabla 69.- Requerimientos de áreas	134
Tabla 70.- Análisis de producto y cantidad	137
Tabla 71.- Identificador de operaciones	137
Tabla 72.- Porcentaje de ingresos por productos	137
Tabla 73.- Clasificación ABC	138
Tabla 74.- Factor hombre	140
Tabla 75.- Distancias recomendadas en vías de circulación	143
Tabla 76.-Medidas de pasillos	144
Tabla 77.- Medidas de puertas	144
Tabla 78.- Especificaciones técnicas de OSHA para instalación de sanitarios	148
Tabla 79.- Consideraciones sobre diseño de distribución	152
Tabla 80.- Escala de valores para la proximidad de actividades	152
Tabla 81.- Razones para la proximidad de áreas	153
Tabla 82.-Valores de proximidad por departamento	154
Tabla 83.-Identificación de proximidad	154
Tabla 84.- Leyenda de operaciones	155
Tabla 85.- Tiempo de operaciones	156
Tabla 86.- Eficiencia de línea	157

Tabla 87.- Balance de línea	157
Tabla 88.- Elementos que generan desorden	159
Tabla 89.- Proporción de productos defectuosos	166
Tabla 90.-Detección de productos defectuosos en operaciones	167
Tabla 91.- Inspección visual de defectos en el producto	168
Tabla 92.- Cuadro de relación	168
Tabla 93.- Relación entre defectos y errores	169
Tabla 94.- Descripción de dispositivos y técnicas Poka yoke	170
Tabla 95.- Dispositivos de control Poka-yoke en cada operación	170
Tabla 96.- Mecanismos propuestos de detección	171
Tabla 97.-Plantilla de pedidos	179
Tabla 98.- Demanda mensual	180
Tabla 99.- Entrega de pedido	181
Tabla 100.-Cronometraje de cada línea de producción	182
Tabla 101.- Horas requeridas por semana con la cadencia	182
Tabla 102.- Horas requeridas por operaciones	183
Tabla 103.- Horas empleadas por operación	184
Tabla 104.- Docena de calcetines producidos por semana	187
Tabla 105.- Requerimientos para cada línea de calcetín	186
Tabla 106.- Resumen de requerimientos semanales	187
Tabla 107.- Resumen mensual de abastecimientos de proveedores	188
Tabla 108.- MRP de hilo nylon	189
Tabla 109.- MRP del elástico	189
Tabla 110.- MRP de etiquetas	189
Tabla 111.- MRP de bolsas	190
Tabla 112.- MRP de cajas	190
Tabla 113.- MRP de rafia	190
Tabla 114.- Resumen de requerimientos	192
Tabla 115.- Requerimientos de los clientes	193
Tabla 115.- Puntaje y porcentaje de requerimientos de los clientes	193

Tabla 116.- Leyenda de correlación	194
Tabla 117.- Correlación entre atributos y requerimientos del cliente	195
Tabla 118.- Propuestas de mejora para los atributos técnicos	197
Tabla 119.- Variables controlables del proceso	205
Tabla 120.- Tipos de ruido	206
Tabla 121.- Muestras de ruido	206
Tabla 122.- Factores de Taguchi	206
Tabla 123.- Responsables de áreas	211
Tabla 124.- Resultados de Implementación 5'S	214
Tabla 125.- Comparativo de efectividad global de máquinas de tejido	216
Tabla 126.-Comparativo de efectividad global de máquinas de remalle	217
Tabla 127.- Comparativo de efectividad global de máquinas de planchado	218
Tabla 128.-Niveles de producción desde Julio hasta Octubre	219
Tabla 129. Tiempo medio entre fallas (MTBF) y tiempo medio por fallas(TMPF) finales	219
Tabla 130.- Comparativo del AMFE inicial & AMFE final de tejido	220
Tabla 131.- Comparativo del AMFE inicial & AMFE final de depilado	222
Tabla 132.- Comparativo del AMFE inicial & AMFE final de remallado	223
Tabla 133.- Comparativo del AMFE inicial & AMFE final de planchado	225
Tabla 134.- Comparación de docenas defectuosas	226
Tabla 135.- Productividad final de líneas productivas	227
Tabla 136.- Costeo de intangibles de etapa Planear	228
Tabla 137.- Costos de etapa de planeación	229
Tabla 138.- Costos de etapa de ejecución	230
Tabla 139.- Costos de etapa de verificación	232
Tabla 140.- Costos de la etapa de acciones a tomar despues de la mejora	233
Tabla 141.- Resumen de costos tangibles de mejora	234
Tabla 142.- Amortización e imprevistos	234
Tabla 143.-Inversión total	235
Tabla 144.- Amortización intangible	235
Tabla 145.- Niveles de producción	236

Tabla 146.-Flujo de caja escenario optimista	237
Tabla 147.- Flujo de caja escenario constante	238
Tabla 148.- Flujo de caja escenario pesimista	239
Tabla 149.- Comparativo de efectividad globales	240
Tabla 150.- Ahorro por línea de producción	240
Tabla 151.-Análisis financiero del escenario optimista	241
Tabla 152.-Indicadores económicos en un escenario optimista	241
Tabla 153.- Análisis financiero del escenario constante	242
Tabla 154.- Indicadores económicos en escenario constante	242
Tabla 155.- Análisis financiero del escenario pesimista	243
Tabla 156.- Indicadores económicos en escenario pesimista	243
Tabla 157.- Cadencia de operación de teñido	266
Tabla 158.- Tiempos de operación de teñido por calcetín	267
Tabla 159.- Lista de proveedores	272
Tabla 160.-Principales clientes	273
Tabla 161.- Competidores de Betex	274
Tabla 162.- Participación en el mercado por tipo de calcetín	274
Tabla 163.- Leyenda de distribución de planta	276
Tabla 164.- Diagrama de análisis de proceso	277
Tabla 165.- Formulación de la misión Betex	441
Tabla 166.- Encuesta de estado de la misión Betex	442
Tabla 167.- Formulación de la visión Betex.	443
Tabla 168.- Encuesta de estado de la misión Betex	444
Tabla 169.- Encuesta del estado de los valores Betex	446
Tabla 170.- Calificación de valores de la empresa	446
Tabla 171.- Puntuación de factores internos y externos	448
Tabla 172.- Puntaje ponderado de factores internos	449
Tabla 173., Puntaje ponderado de factores externos	450
Tabla 174.- Punjate de matriz de perfil competitivo	451
Tabla 175.- Matriz de fortalezas, limitaciones, oportunidades y riesgos (FLOR)	452

Tabla 176.- Puntaje de matriz de impacto cruzado	454
Tabla 177.- Dependencia de variables	456
Tabla 178.- Factores críticos de éxito	457
Tabla 179.- Primer objetivo estratégico	458
Tabla 180.- Segundo objetivo estratégico	458
Tabla 181.- Tercer objetivo estratégico	459
Tabla 182.-Cuarto objetivo estratégico	459
Tabla 183.- Quinto objetivo estratégico o	460
Tabla 184.- Sexto objetivo estratégico	460
Tabla 185.-Séptimo objetivo estratégico	461
Tabla 186.- Octavo objetivo estratégico	461
Tabla 187.- Noveno objetivo estratégico	462
Tabla 188.- Décimo objetivo estratégico	462
Tabla 189.- Decimo primer objetivo estratégico	463
Tabla 190.- Decimo segundo objetivo estratégico	463
Tabla 191.- Decimo tercer objetivo estratégico	464
Tabla 192.- Decimo cuarto objetivo estratégico	464
Tabla 193.- Objetivos estratégicos	465
Tabla 194.- ADN de la misión	466
Tabla 195.- ADN de la visión	466
Tabla 196.- Alineamiento de objetivos estratégicos	467
Tabla 197.- Resumen de objetivos estratégicos alineados	469
Tabla 198.- Incorporación de objetivos	470
Tabla 199.- Objetivos estratégicos alineados al BSC	470
Tabla 200.- Ruta metodológica	472
Tabla 201.- Clasificación de objetivos estratégicos	476
Tabla 202.Perspectivas y objetivos estratégicos	479
Tabla 203.-Definición de objetivos	480
Tabla 204.- Definición de indicadores	482
Tabla 205.- Definición de iniciativas	485

Tabla 206.- Importancia de objetivos	488
Tabla 207.- Metas cuantificadas por período	487

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Nivel de ingresos 2011	77
Gráfico 2. Status de pedidos entregados	79
Gráfico 3.Demanda & producción -calcetines de bebé	81
Gráfico 4. Demanda & producción - calcetines de caballeros 2011	82
Gráfico 5. Demanda & producción - calcetines de dama 2011	83
Gráfico 6.- Productividades de líneas	90
Gráfico 7 .Diagrama de Ishikawa del problema	94
Gráfico 8.Volumen de calcetines defectuosos	98
Gráfico 9. Diagrama de Ishikawa de calcetines defectuosos	99
Gráfico 10. Clasificación de importancia de factores	100
Gráfico 11. Árbol de problemas	102
Gráfico 12. Árbol de objetivos	103
Gráfico 13.Puntaje clasificación –Betex	108
Gráfico 14. Puntaje orden- Betex	108
Gráfico 15. Puntaje limpieza –Betex	108
Gráfico 16.Puntaje estandarización	109
Gráfico 17. Puntaje disciplina-Betex	109
Gráfico 18.-Puntaje inicial 5S- Betex	110
Gráfico 19.Resultados del AMFE de tejido	116
Gráfico 20. Análisis global de pérdidas	122
Gráfico 22.-Niveles de motivación	127
Gráfico 23.- Demanda de calcetines 2011	151
Gráfico 23.- Proporción de calcetines defectuosos en operaciones	167
Gráfico 24.- Estructura de producto	191
Gráfico 25.- Puntuación	193
Gráfico 26.- Puntaje de requerimientos de clientes	193

Gráfico 27.-Primera casa de la calidad –Betex	196
Gráfico 28.- Importancia de los atributos técnicos	197
Gráfico 29.- Segunda casa de la calidad –Betex	198
Gráfico 30.- Importancia de los atributos de las partes	199
Gráfico 31.- Tercera casa de la calidad -Betex	200
Gráfico 32.-Importancia de los procesos	201
Gráfico 33.- Cuarta casa de la calidad- Betex	202
Gráfico 34.- Importancia de los controles de producción	203
Gráfico 35.- Relación de factores controlables	207
Gráfico 36.- Medias de factores controlables	208
Gráfico 37.- Desviaciones de factores controlables	208
Gráfico 38.- Operarios Betex	211
Gráfico 39.- Evaluación de mejora de máquinas de tejido	216
Gráfico 40.- Efectividad global de máquinas de remalle	217
Gráfico 41.- Efectividad global de máquinas de planchados	218
Gráfico 42.- NPR inicial & NPR final de tejido	221
Gráfico 43.- NPR inicial & NPR final de depilado	222
Gráfico 44.- NPR inicial & NPR final de remallado	224
Gráfico 45.- NPR inicial & NPR final de planchado	225
Gráfico 46.- Clasificación de variables	455

Resumen

La presente propuesta pretendía mediante la aplicación del ciclo PHVA, ahorrar costos, elevar el bienestar del personal, reducir defectos y lograr un incremento en la productividad de la empresa Textiles Betex, dedicada a la fabricación de calcetines.

Se realizó un estudio de la problemática para elaborar el planteamiento y determinar los principales indicadores de las líneas de producción, como referencia para evaluar el impacto de la mejora. Las propuestas de mejora y actividades desarrolladas estuvieron relacionadas a cumplir adecuadamente la planificación de la producción, lo cual se traduce en la entrega a tiempo de los pedidos, mayores ingresos, y por lo tanto, mayor rentabilidad para la empresa. Así también, se diseñó actividades de mantenimiento autónomo y un plan de mantenimiento preventivo de las máquinas tejedoras, que presentaban los mayores problemas, buscando garantizar su rendimiento.

Con todo lo expuesto se incrementó la productividad de la líneas de producción de caballero, bebe y dama en un 3.34%, 10.38 % y 4.45% respectivamente. El análisis económico del estudio realizado, en un escenario pesimista, da un VAN de S/.1 361 y una TIR trimestral de 11%, que son valores mayores a lo esperado por los empresarios de la empresa.

Abstract

This proposal pretends by applying the PDCA cycle, to save costs, to increase employee welfare, to reduce defects and to achieve increased business productivity of Textiles Betex, dedicated to the manufacture of socks.

A study of the problematic was conducted to elaborate the proposal and identify key indicators of production lines as a reference to evaluate the impact of improvement. The proposal to improve and developed activities were connected to perform adequately the production planning, which results in timely orders, higher incomes, and therefore a better profitability for the company.

In addition, it was designed autonomous maintenance activities and a maintenance plan preventive of weavers machines, that presented the biggest problems, seeking to guarantee their performance.

Due to the previous explanation it was increased the productivity of production Lines for men, baby and lady in a. 3.34%, 10.38% and 4.45% respectively. The economic analysis of the study, in a pessimistic scenario gives an NPV of S/. 1361 and a quarterly IRR of 11% are higher values than expected by employers company.

Introducción

Antecedentes

El sector textil, sin duda, constituye una de las más importantes industrias en el Perú y tiene una gran repercusión en la economía. Su desempeño basado en la tenencia de excelente materia prima, una larga trayectoria y experiencia, la coloca como un sector potencial con altas expectativas para el desarrollo del país, a pesar de los problemas que enfrenta y del apoyo limitado por parte del gobierno.

Y no sólo posee ventajas relacionadas con la materia prima, la cercanía de mercados, sino esencialmente cuenta con la experiencia empresarial y laboral importante que debería potenciarse, ya que constituye un capital social imprescindible para impulsar esta industria.

Este sector está constituido el 94% por microempresas, 5% pequeñas empresas y 0,7% medianas y grandes empresas. Es indudable el aporte del sector textil y confecciones que han sentado las bases de las MYPE; sin embargo, las microempresas en los últimos años han tenido que adaptarse a cambios y expansiones de índole organizacional, administrativa y funcional de acuerdo a las diversas necesidades de los consumidores, que en muchos casos no se han realizado de forma efectiva encontrándose así con problemas relacionados. La gestión, la competencia, escasa información de mercado, procesos no estandarizados, escasez de capacitación y falta de entrenamiento en el ámbito de la calidad de los productos, generando así oportunidades de estudio, sobre las cuales se pueden proponer mejoras que permitan obtener un mejor provecho de los recursos disponibles en la empresa.

Debido a esto, la innovación de productos y la mejora continua se consideran fundamentales para que una empresa pueda mantenerse en el mercado y lograr buenos resultados.

En tal sentido, resulto altamente conveniente para la microempresa Textiles Betex (Ver anexo1) dedicada a la producción de calcetines de dama, caballeros y bebés la realización de un estudio que permitiese analizar la forma como se desempeña el área de producción y la búsqueda de alternativas que permitan un mejor aprovechamiento de los recursos, así como el planteamiento de nuevos objetivos y el logro de estos de manera efectiva, motivo por el cual se consideramos importante la aplicación de un modelo de mejora continua que reúna un conjunto de principios, conceptos y técnicas que conlleven a incrementar la productividad, disminuir costos y elevar la competitividad de la empresa.

La presente tesis contempla un análisis de la problemática nivel técnico productivo por la que atraviesa Betex, debido principalmente a la falta de métodos de trabajo modernos, gestión adecuado del personal, gestión y control de la producción así como problemas relacionados a las máquinas de tejidos, ya que por ser antigua presentan averías y fallas de manera constante, siendo estas las piezas principales del proceso productivo ya que es donde se originan la mayor cantidad de docenas defectuosas y en donde se realizó un especial estudio.

Esta serie de problemas han ido disminuyendo la productividad de las líneas, impidiendo cumplir de manera oportuna los pedidos de sus clientes y lo que es peor disminuir los ingresos de la empresa.

Objetivos:

Objetivo general

- Incrementar la productividad del área de producción de la empresa Textiles Betex S.A.C, mediante el diseño e implementación de un sistema de mejora continua aplicando la metodología PHVA.

Objetivos específicos

- Determinar la situación problemática de la empresa identificando las causas principales que originan la baja productividad en el área de producción.
- Elaborar la metodología de las 5'S para mejorar el orden y limpieza en el área de producción de la empresa.
- Elaborar e implementar un plan de mantenimiento preventivo y autónomo de las máquinas del área de producción para mejorar la efectividad global de los equipos.
- Reducir a 3% el porcentaje de calcetines defectuosos en las líneas de producción de caballeros, damas y bebés.
- Elaborar los indicadores económicos VAN y TIR para verificar la viabilidad de la implementación y determinar el ahorro generado.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo describimos como preámbulo conceptos generales de la tesis para luego definir la productividad como factor principal de estudio y su importancia pasando luego a describir los orígenes, principios y herramientas del ciclo de Deming. Asimismo se presenta de manera general la metodología propuesta para el logro de una implementación exitosa dentro de la organización.

1.1 Conceptos generales

1.1.1 Mype

Según el artículo 4° de la Ley Mype (Ministerio de Trabajo, 2008) define a la Micro y Pequeña Empresa como la unidad económica constituida por una persona natural o jurídica, bajo cualquier forma de organización o gestión empresarial contemplada en la legislación vigente, que tiene como objeto desarrollar actividades de extracción, transformación, producción, comercialización de bienes o prestación de servicios. Cuando en esta Ley se hace mención a la sigla MYPE, se está refiriendo a las micro y pequeñas empresas.

1.1.2 Proceso

Según Bonilla, Díaz, Kleeberg & Noriega (2012) señalan que proceso es un conjunto de actividades que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en bienes o servicios capaces de satisfacer las expectativas de distintas partes interesadas: clientes externos, clientes internos, accionistas, comunidad, etcétera.

Los procesos de una empresa pueden clasificarse desde distintos puntos de vista, la norma ISO 9001:2008 sugiere diferenciarlos en procesos de la dirección, procesos de la realización y procesos de soporte; los primeros plantean los objetivos estratégicos y las políticas de calidad, mientras que los de realización administran los procesos productivos de bienes o servicios, cuidando el cumplimiento de los requisitos de calidad establecidos para los procesos;

finalmente los procesos de soporte apoyan a los procesos anteriores con el fin de que alcancen sus objetivos.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de procesos por cada clase citada:

- Procesos de dirección: planeamiento, presupuesto, aseguramiento de la calidad.
- Procesos de realización: diseño, producción, despacho.
- Procesos de soporte: compra, marketing, logística, informática, personal, mantenimiento.

Un proceso de la empresa puede subdividirse en subprocesos; por ejemplo, el proceso de producción puede estar conformado por los procesos de preparación de máquinas, fabricación, etc.

Los principales recursos que utiliza un proceso se suele clasificar en las seis “M”:

- **Mano de obra:** Es la protagonista de todo proceso, por lo tanto sus actividades y aptitudes, influyen directamente en los resultados o salidas del proceso.
- **Métodos:** Son las políticas, los procedimientos, las normas y las instrucciones que se emplean para ejecutar un determinado trabajo.
- **Maquinaria:** Viene a ser el elemento que complementa el esfuerzo del personal en la agregación de valor; su adecuada calibración, correcto mantenimiento y oportuno reemplazo definirán apropiados niveles de precisión y exactitud.
- **Materiales o suministros:** Son las entradas que serán transformadas por un proceso. La calidad de los suministros es importante para asegurar la calidad de los resultados.
- **Medio ambiente:** Incluye las condiciones en las cuales se desarrolla un trabajo, como el espacio, la ventilación, la seguridad en la planta, la iluminación, etcétera. Los criterios y habilidades para combinar los recursos antes descritos determinarán el nivel de desempeño del proceso que los involucre.

- **Medios de control:** Se refiere a los instrumentos o recursos utilizados para evaluar el cumplimiento de los requisitos establecidos para el proceso y para los resultados del proceso.

1.1.3 Indicador

Es una representación cuantitativa (variable o relación entre variables), verificable objetivamente, a partir de la cual se registra, procesa y presenta la información necesaria para medir el avance o retroceso en el logro de un determinado objetivo. (departamento nacional de planeación de Colombia, 2009).

Bonilla et.al. (2012) definen al indicador, como un parámetro que sirve para medir el desempeño de un proceso, el mismo que está conformado por la relación de dos o más variables; por ejemplo el porcentaje de productos rechazados; dicho indicador relaciona los productos rechazados con el total de los productos procesados.

1.1.4 Producción

La Producción es una actividad económica de la empresa, cuyo objetivo es la obtención de uno o más productos o servicios (según el tipo de empresa y su producción), para satisfacer las necesidades los consumidores, es decir, a quienes puede interesar la adquisición de dicho bien o servicio, la actividad de producción se lleva a cabo por medio de la ejecución de un conjunto de operaciones integradas en procesos (Cuatrecasas, 2009).

Mientras (Juran, Gryna, & Bingham, 2005) definen a la producción como la actividad de utilizar procesos, máquinas y herramientas y de realizar las correspondientes operaciones mentales y manuales con el fin de obtener unos productos a partir de las materias y componentes básicos.

1.2 Productividad

1.2.1 Definición

Según la EPA (Agencia Europea de Productividad, s.f.), la productividad es el grado de utilización efectiva de cada elemento de producción. Es sobre todo una actitud mental. Busca la constante mejora de lo que existe ya. Está basada en la convicción de que uno puede hacer las cosas mejor hoy que ayer, y mejor mañana que hoy. Requiere esfuerzos continuados para adaptar las actividades económicas a las condiciones cambiantes y aplicar nuevas técnicas y métodos. Es la firme creencia del progreso Humano.

Por otro lado Olavarrieta (1999) la define como la relación entre producción e insumo, puede decirse que es la relación entre lo que sale y lo que entra (output/input), o la relación entre lo que se obtiene y los recursos usados para obtenerlo. Si las unidades del numerador y el denominador son las mismas, la relación se expresa como una tasa o porcentaje de productividad. Si las unidades son diferentes, el indicador de la productividad queda expresado en la relación de las dos unidades.

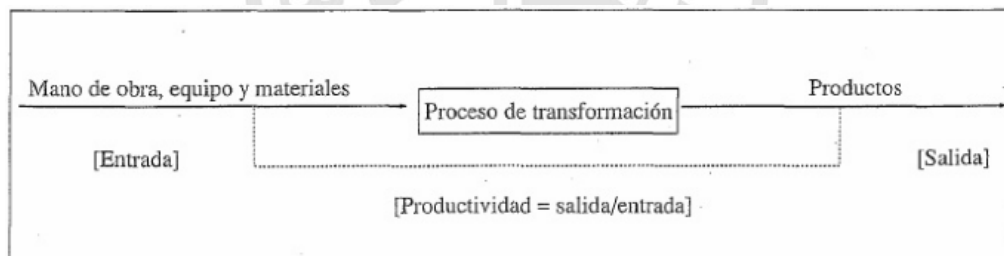


Ilustración 1.-Representación de un proceso.

Fuente: Olavarrieta (1999)

Así mismo, Gutiérrez (2010) afirma que la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc.

En forma general se puede decir que productividad es hacer más con menos y la medición de la productividad es el primer paso para realizar un diagnóstico sobre la utilización eficiente de los recursos productivos.

1.2.2 Productividad parcial

Existen productividades individuales (ésta es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo) que pueden tomar una de las siguientes formas dependiendo de la entrada particular al proceso transformador que se está considerando, ya que las unidades de medición son diferentes para la mano de obra, la maquinaria y la materia prima, estos tres tipos de productividad deben analizarse por separado a continuación las describiremos según Vanegas (2001).

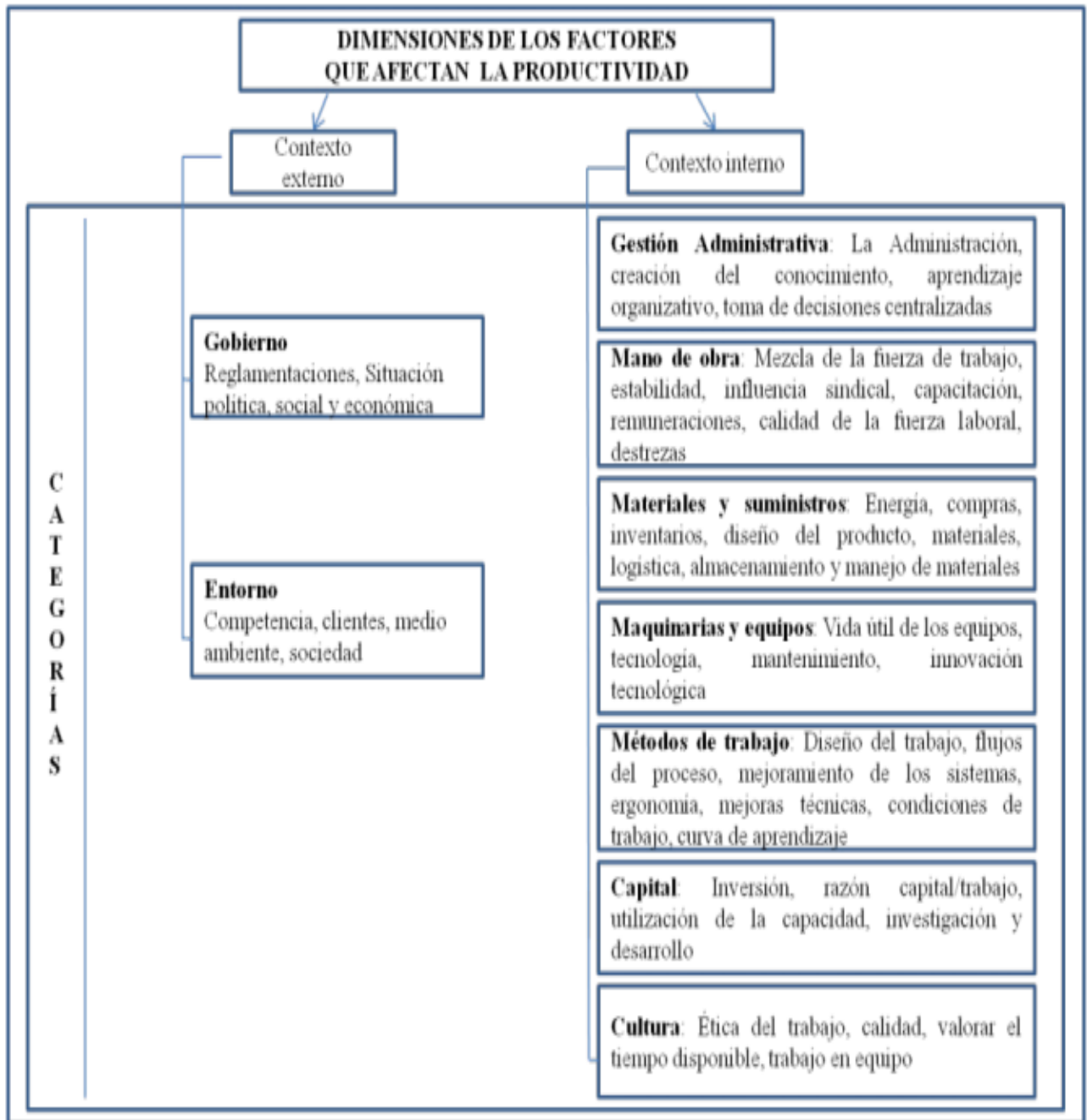
- **Productividad de mano de obra:** Productos que salen/mano de obra que entra. Esto es la cantidad de productos de salida por unidad de entrada de mano de obra (por ejemplo por persona o por hora hombre).
- **Productividad de maquinaria:** Productos que salen/maquinaria que entra. Esto hace referencia a la cantidad de productos de salida por unidad de equipos que entran (por ejemplo, por máquina o por máquina –hora, donde éstas tienen una capacidad específica o estándar).
- **Productividad de materiales:** productos que salen / materiales que entran. Es decir, la cantidad de productos de salida por la unidad de materiales que entran (por ejemplo, por tonelada).

1.2.3 Factores que afectan la productividad:

Existen factores que afectan la productividad de la empresa, estos están clasificados en externos que son aquellos sobre los cuales la empresa no tiene ningún tipo de control y en este sentido se hace necesario diseñar estrategias que permitan enfrentar las situaciones adversas y aprovechar las oportunidades.

En cuanto a los factores Internos, dada su naturaleza de ser controlables por la empresa, son áreas de oportunidad para el mejoramiento de la productividad y se convierte en elementos estratégicos, a continuación mostramos un esquema con la clasificación de los factores.

Tabla 1. Factores que afectan la Productividad



Fuente: Ana Moreno Romero

Es importante conocer los factores que determinan la productividad, ya que esto permite incidir en ellos y hacer que ésta se eleve.

Como ya hemos mencionado en Textiles Betex pudimos identificar que los factores que vienen afectando la productividad de la empresa están relacionado a la gestión de la producción, manejo de personal, distribución de planta, eficiencia de maquinaria

1.2.4 Productividad y calidad

Rodríguez Combeller (1999), señala que la calidad es una preocupación constante para las organizaciones que buscan triunfar en el mundo competitivos de hoy, en el que la reducción del poder adquisitivo hace que las personas busquen el mejor producto a cambio de su dinero; la apertura de las fronteras de las fronteras posibilita la importación de artículos que pueden estar mejor elaborados que los nacionales, y la exportación amplía las oportunidades de obtener beneficios adicionales.

Deming (citado por Rodríguez Combeller 1999) afirma, nadie parece entender, con excepción de los japoneses, que cuando se mejora la calidad se eleva la productividad. Estas dos van de la mano. La mejor forma de llegar a la productividad es a través de la calidad y la calidad implica mejorar todo. En el siguiente esquema se gráfica la reacción en cadena al mejorar la calidad como eleva la productividad.

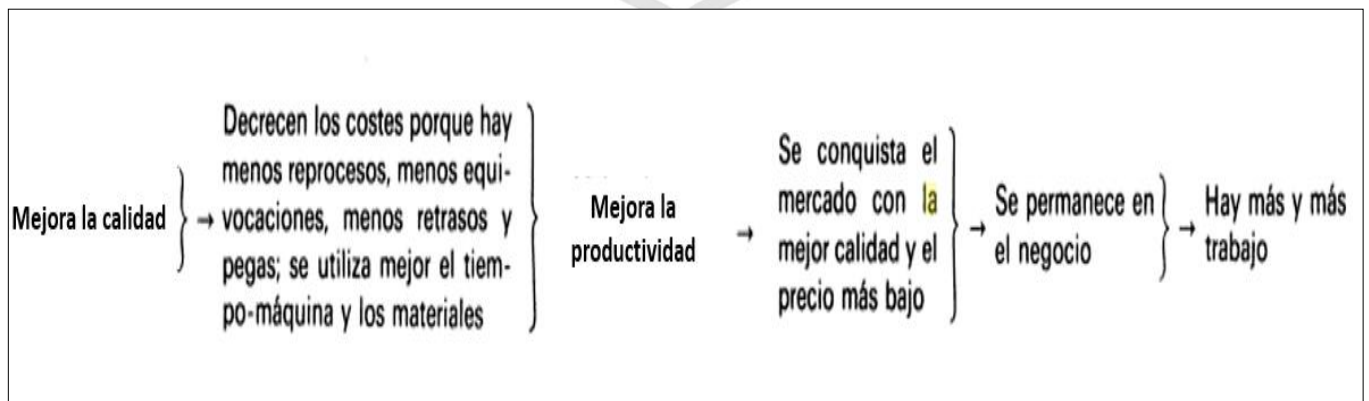


Ilustración 2.-Reacción en cadena de la productividad

Fuente: Deming (1989)

En las empresas se debe hacer la combinación de factores buscando reducir al mínimo posible los recursos utilizados, pero al mismo tiempo lograr la más alta cantidad de productos de calidad.

1.2.5 Indicadores asociados a la productividad:

Podemos decir que los siguientes tres indicadores están relacionados y son complementarios para medir integralmente la productividad de la empresa

1.2.5.1 Eficiencia

Es el indicador utilizado para evaluar los recursos o cumplimiento de actividades en dos aspectos: el primero, como la “relación entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de recursos estimados o programados “; el segundo, como grado en el que se aprovechan los recursos utilizados transformándose en productos”. Como se puede observar la eficiencia apunta evaluar el resultado de maximizar los recursos del proceso productivo. (Actualidad Empresarial, 2010).

Se entiende que la eficiencia se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo. O al contrario, cuando se logran más objetivos con los mismos o menos recursos.

Buscar la eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos , por ejemplo reducir los tiempos desperdiciados por paros de equipos, falta de materiales, desbalanceo de capacidades, mantenimiento no programados, reparaciones y retrasos en los suministros y en las órdenes de compra. (Gutiérrez ,2010)

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Recursos Programados}}{\text{Recursos Utilizados}} \times 100$$

Ilustración.-Eficiencia

Fuente: (Gutiérrez ,2010)

1.2.5.2 Eficacia

Valora el impacto de la gestión del producto o servicio que prestamos. No basta con producir con 100% de efectividad el servicio o producto que nos fijamos, tanto en cantidad y calidad, sino que es necesario que el mismo sea el adecuado; aquel que logrará realmente satisfacer al cliente o impactar en el mercado. En esta parte es necesario el estudio de algunas funciones de la cadena de valor. (Actualidad Empresarial, 2010).

Según Gutierrez (2010) define a la eficacia como el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados, siendo necesario para esto utilizar los recursos adecuadamente para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado), por otro lado señala la importancia de buscar la mejora de eficacia, cuyo propósito es optimizar la productividad del equipo, los materiales y los procesos, así como capacitar a la gente para alcanzar los objetivos planteados, mediante la disminución de productos con defectos, fallas en arranques y en operación de procesos, y deficiencias en materiales, en diseños y en equipos. Además, la eficacia debe buscar incrementar y mejorar la habilidad de los empleados y generar programas que les ayuden a hacer mejor su trabajo.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Meta Programada}} \times 100$$

La eficacia total también la podemos hallar:

$$\text{EFICACIA TOTAL} = \text{Eficacia Operativa} * \text{Eficacia en tiempo} * \text{Eficacia cualitativa}$$

- **Eficacia operativa:** Está dada por la relación porcentual entre el logro obtenido y la meta propuesta. Desde un concepto sincrónico la eficacia

operativa es necesaria, pero no suficiente, ya que es sólo un componente de la eficacia total.

- **Eficacia en tiempo:** Está dada por la relación porcentual entre el tiempo programado (Tp) y el tiempo real (Tr) ejemplo: Programa fabricar en 5 días y lo logro en 5 días => $T_p = 5$ $T_p/T_r = 5/5 * 100 = 100\%$ de Eficacia en Tiempo.
- **Eficacia cualitativa:** Es la ponderación subjetiva de las partes interesadas, en relación a sus expectativas y a la eficacia del producto o servicio suministrado. Ejemplo optimo = 10 muy bueno = 7 Bueno = 5 regular = 3 malo = 1 $T_r = 5$.

1.2.5.3 Efectividad

Es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos ósea nos permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados. Este indicador cristaliza su función midiendo algunos parámetros de calidad establecidos por la empresa a fin de controlar los desperdicios del proceso productivo y establecer políticas de valor agregado al producto terminado.

$$Efectividad = Eficiencia \times Eficacia$$

Ilustración.-Efectividad

Fuente: (Actualidad Empresarial, 2010).

1.3 Mejora continua

1.3.1 Definición de mejora continúa

La mejora continua es una herramienta de incremento de la productividad que favorece un crecimiento estable y consistente en todos los segmentos de un proceso.

La mejora continua asegura la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y un análisis medible de cada paso llevado a cabo. Algunas de las herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes (Fernández García, 2010).

Por otro lado Bonilla et.al. (2010) describen a la mejora continua como una estrategia empresarial utilizada para elevar el desempeño de los procesos y consecuentemente la satisfacción de los usuarios, y como tal está constituida por una serie de programas de acción y uso de recursos; puede desarrollarse en los niveles operativos, tácticos y estratégicos.

La mejora continua se fundamenta en una cultura organizacional sólida de profundos valores, donde el primordial de aquellos es el enfoque al cliente: es también vital contar con un liderazgo de alta dirección que apoye y reconozca las iniciativas del personal.

La estrategia encamina a los miembros de la organización a superar de manera sistemática los niveles de productividad y calidad, reduciendo los costos y tiempos de respuestas mejorando los índices de satisfacción de los clientes y consumidores, para de esta forma elevar los rendimientos sobre la inversión y la participación de la empresa en el mercado. Mejorar de manera continua implica reducir constantemente la variabilidad de los procesos, ya que estos son los principales generadores del desperdicio.

La implantación de la mejora continua fortalece el aprendizaje de la organización, el seguimiento de una filosofía de gestión, la participación activa de todo el personal y promueve la cultura de calidad, las empresa deben utilizar plenamente las capacidades intelectual y creativa y la experiencia de todos sus colaboradores. Ha finalizado la hora en que unos pensaban y otros solo trabajan, en las empresas competitivas todas tienen el deber de poner lo mejor de sí para el éxito de la corporación. Sus puestos de trabajo, su futuro y sus posibilidades de desarrollo personal y laboral dependen plenamente de ellos.

1.3.2 Características de un sistema de mejora continúa:

a) El sistema de Mejora continua es Sistemático:

El sistema de mejora continua debe ser encarado de manera sistemática en contraposición a los enfoques parcializados. De lo que se trata es de analizar y accionar teniendo en consideración la interrelación de los diversos procesos y actividades de la empresa entre sí.

b) Está orientado hacia los procesos:

Un sistema de mejora continua debe ser claramente enfocado en los procesos, pretender ver cómo se desarrollan e interactúan entre sí las diversas actividades y subprocesos que componen el proceso, de tal manera que se pueda lograr mayor fluidez en sus ciclos a un menor coste y mayores niveles de calidad.

c) Destinado al consumidor final:

El sistema de mejora debe tener como destinatario al consumidor final, para lo cual es necesario mejorar las debidas prestaciones a los clientes internos que hacen uso de los diversos insumos, servicios e informaciones necesarias para proveer a las etapas subsiguientes.

d) Sistemas de Información actualizados:

Es necesario contar con un sistema de información suficientemente desarrollado y actualizado para proveer datos financieros y operativos que permitan tomar decisiones a tiempo.

e) Su accionar es preventivo y proactivo:

El sistema de mejora debe concentrarse en desarrollar estrategias en la empresa en forma preventiva para evitar en el transcurso del tiempo acciones correctivas, lo cual implica tener sistemas acordes para detectar cualquier anomalía y a su vez actuar con flexibilidad y rapidez ante los sucesos imprevistos.

f) Estar al día con los avances científicos y tecnológicos:

La dirección, como también cada uno de los integrantes de la organización debe estar alerta ante los avances técnicos y científicos que puedan incidir de alguna forma en el desenvolvimiento futuro de la empresa. Al mismo tiempo se deben destinar fondos para mejorar de forma continua tanto los productos y servicios, como los procesos, mediante la generación y aplicación de nuevas tecnologías, sean estas de producción propia o de terceros.

g) Es una estrategia:

La mejora continua en si misma constituye es una estrategia de acción que debe responder a objetivos estratégicos definidos. Es una estrategia de marketing que tiene como uno de sus objetivos fundamentales prolongar el ciclo de vida tanto de los productos y servicios como de los procesos. Es así que tiende a anticiparse a las acciones y amenazas de los competidores mediante la incorporación de nuevas funciones, mejores rendimientos, menores costos, mayor variedad es decir con mayor valor agregado.

h) Disminuye la resistencia al cambio:

El planificar y llevar a la práctica un accionar de mejora continua involucrando al personal de los diferentes niveles de la organización hace de ellos individuos carentes de resistencia al cambio, pues el cambio pasa a forma parte de una cultura organizacional.

1.3.3 Ventajas y desventajas de la mejora continúa:

Como toda herramienta o forma de trabajar, existen ventajas y desventajas que se encuentran a lo largo de su implementación, a continuación citaremos a las más importantes:

1.3.3.1 Ventajas:

- a) Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.
- b) Se obtienen mejoras a corto plazo y resultados visibles.
- c) La reducción de productos defectuosos, trae reducción en los costos, como resultado de la optimización en los procesos que permiten un consumo adecuado de materias primas.
- d) Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las organizaciones de hoy.
- e) Contribuye la incorporación de avances tecnológicos a los procesos.
- f) Permite eliminar procesos repetitivos.

1.3.3.2 Desventajas:

- a) Cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre todas las áreas de la empresa.
- b) Requiere de la disposición y participación de todo el personal para generar el cambio en la organización y a veces se pueden encontrar con la resistencia a este cambio.
- c) En vista de que los gerentes de las pequeñas y mediana empresa son muy conservadores, el mejoramiento continuo se hace un proceso muy largo.

1.4 Metodologías:

1.4.1 Six sigma:

Six sigma es una metodología de mejora continua que se enfoca en la reducción de defectos en todo tipo de procesos, para de esta forma reducir costos de mala calidad e incrementar la satisfacción de los clientes. El propósito de six sigma es reducir la variación de los procesos para que estos no generen más allá de 3.4 defectos por millón. Reducir los defectos de su nivel actual a un nivel six sigma puede generar ahorros para la organización de hasta 40 % de sus ingresos. (Instituto para la calidad-PUCP, 2011).

Six sigma ha logrado que estos resultados se transformen en beneficios económicos para las empresas alcanzando un ahorro superior a los 100,000 millones a nivel mundial, implica a toda persona de la organización en un enfoque a tiempo completo, dando un paso al frente en sus operaciones al llevarlas a un nivel máximo de calidad.

La metodología six sigma puede ser aplicada en casi cualquier coyuntura, tanto en procesos transaccionales (cuentas por cobrar, ventas, mercadeo, niveles y tiempos de servicio) como en procesos de operaciones (logística y manufactura).

Al ser una herencia de las filosofías de Deming y Juran. Six sigma tiene como principal fundamento el establecer un compromiso con los clientes para ofrecer productos de la más alta calidad a un menor costo. Es una metodología rigurosa que utiliza herramientas y métodos estadísticos para definir; tomar datos, es decir, medir, analizar la información; emprender mejoras; controlar procesos; rediseñar procesos o productos existente o hacer nuevos diseños, con la finalidad de alcanzar etapas óptimas, retornando nuevamente a alguna de las otras fases, generando un ciclo de mejora continua.

Según (Membrado, 2007), la expresión “ σ ” (sigma) se emplea para representar la desviación estándar de un conjunto de mediciones. Cuanto mayor es el valor de sigma de un proceso, mayor es la variabilidad que presentan sus resultados.

Si representamos gráficamente la curva normal de distribución de los resultados de un proceso, junto con los límites inferior y superior de especificación (tolerancia o límites admisibles), el área que queda dentro de dichos límites indica el porcentaje de resultados que son correctos, mientras que el área que queda fuera de dichos límites indica el porcentaje de resultados defectuosos.

Se conoce como **nivel sigma** de un proceso la distancia entre el valor medio del proceso y los límites inferior y superior de especificación, medida en el número de veces que esta distancia es mayor que el valor sigma del proceso. Es evidente que cuanto mayor sea el nivel sigma de un proceso menor será el porcentaje de resultado defectuoso.

Se puede clasificar la eficiencia de un proceso con base en su nivel de sigma:

- 1 sigma= 690.000 DPMO = 31% de eficiencia.
- 2 sigma= 308.538 DPMO = 69% de eficiencia.
- 3 sigma= 66.807 DPMO = 93,3% de eficiencia.
- 4 sigma= 6.210 DPMO = 99,38% de eficiencia.
- 5 sigma= 233 DPMO = 99,977% de eficiencia.
- 6 sigma= 3,4 DPMO = 99,99966% de eficiencia.

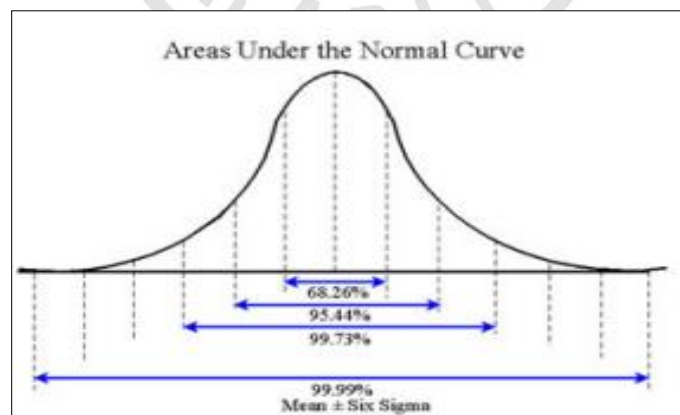


Ilustración 3. Áreas debajo de la curva normal

Fuente: Lucier, G. T. and S. Seshadri. 2012.

1.4.2 Total quality management (TQM):

Es también conocida como la gestión de calidad total una estrategia de gestión orientada a crear conciencia de calidad en todos los procesos organizacionales. TQM ha sido ampliamente utilizada en manufactura, educación, gobierno e industrias de servicio.

Este proceso moderno implica la participación continua de todos los trabajadores de una organización en la mejoría del desarrollo, diseño, fabricación y mantenimiento de los productos y servicios que ofrece una organización. En el concepto de calidad se incluye la satisfacción del cliente y se aplica tanto al producto como a la organización.

Según Griful & Canela (2002), la filosofía TQM va mucho más del sentido que tradicionalmente tomaba la gestión de la calidad, ligada exclusivamente a la calidad del producto y limitada a las inspecciones. Se trata de un estilo de gestión global basado en la satisfacción del cliente y la mejora continua de procesos que combina nuevas técnicas de gestión con herramientas ya tradicionales. Se orienta a la excelencia empresarial.

Una de las premisas básicas del TQM recae en el compromiso de todo el personal de la entidad en cualquier nivel (desde la dirección general hasta el nivel operativo) y en la confianza en la gente. La necesidad de un liderazgo sólido y permanente desde la dirección general, así como la formación general y continuada de todos los miembros, se conforman como factores claves del éxito de este planeamiento.

La mejora continua de procesos es una característica inherente al mismo TQM. Los medios utilizados para alcanzar la mejora continua son la concentración en la creación de productos o servicios y en la utilización de estos productos o servicios como indicadores de la adecuación del proceso.

Ishikawa intentó diferenciar el estilo occidental del estilo japonés introduciendo el control total de calidad en toda la empresa, basándose básicamente en dos conceptos novedosos: la formación en la empresa y la participación de cualquier

persona relacionada con ella, desde los mismos trabajadores hasta los subcontratistas y distribuidores. Así resalto la importancia de la formación de todo el personal de todos los niveles para alcanzar altos estándares de calidad.

El término TQM viene a ser el envoltorio de un conjunto de técnicas y herramientas utilizadas para la mejora del rendimiento, entre ellas están: casas de la calidad, análisis del valor, hodhin planning, Kaizen, justo a tiempo, ingeniería simultánea, las siete herramientas de Ishikawa, el diseño de experimentos, etc.

1.4.3 Mantenimiento total de la producción (TPM):

Cuatrecasas (2012), define al TPM como un nuevo concepto de gestión del mantenimiento, que trata de que este sea llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos.

El TPM surge como el fruto de la evolución de los sistemas de gestión del mantenimiento a partir de otros que han sido estándares durante muchos años hacia sistemas más complejos pero altamente eficaces. Puede decirse que el TPM surge como la adaptación del mantenimiento preventivo (PM) americano al entorno industrial de Japón, basado en la separación de las funciones de producción y mantenimiento productivo que incluye el establecimiento de un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo sin descuidar la fiabilidad y mantenibilidad, junto con la filosofía de implicar a toda la organización, que tan buenos resultados ha dado a la gestión de la calidad.

El TPM incorpora conceptos innovadores como el mantenimiento autónomo llevado a cabo por los operarios que son responsables de su propio equipo y de su puesto de trabajo, en especial de mantenerlos limpios y en correcto funcionamiento, así como la detección de problemas potenciales antes de que acarreen dificultades al equipo y sistema productivo

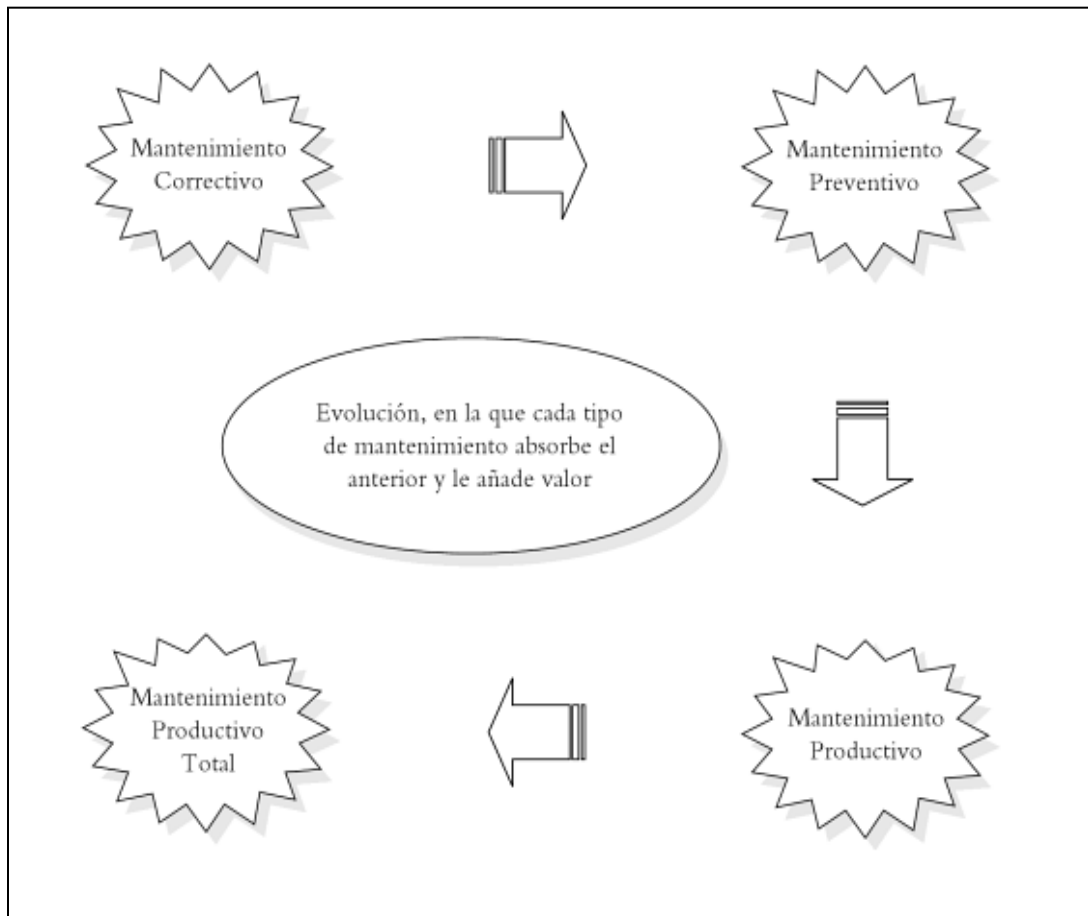


Ilustración 4.-Evolución de la gestión del mantenimiento

Fuente: TPM en un entorno lean management (Lluís Cuatrecasas & Francesca Torrell 2010)

Así pues el TPM nace como consecuencia de la implantación de distintas etapas del mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento productivo, en una evolución fundamentada en la filosofía de la mejora continua, donde cada fase se ha caracterizados por un enfoque propio que finalmente ha servido de base para la introducción y desarrollo de la siguiente etapa.

La meta del TPM está orientada a la maximización de la eficiencia global del equipo en los sistemas de producción, eliminando las averías, los defectos y los accidentes con la participación de todos los miembros de la empresa. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones cero averías y cero defectos, dando lugar a un proceso en flujo continuo regularizados.

En definitiva, mediante el TPM trataremos de racionalizar la gestión de los equipos que integran los procesos productivos, de forma que pueda optimizarse el rendimiento de los equipos y la productividad de tales sistemas, Para ello se centra en unos objetivos y aplica los medios adecuados.

Los objetivos son la eliminación o reducción al máximo de las llamadas seis grandes pérdidas:

A continuación mostramos el diagrama de pérdidas según Cuatrecasas (anexo2).

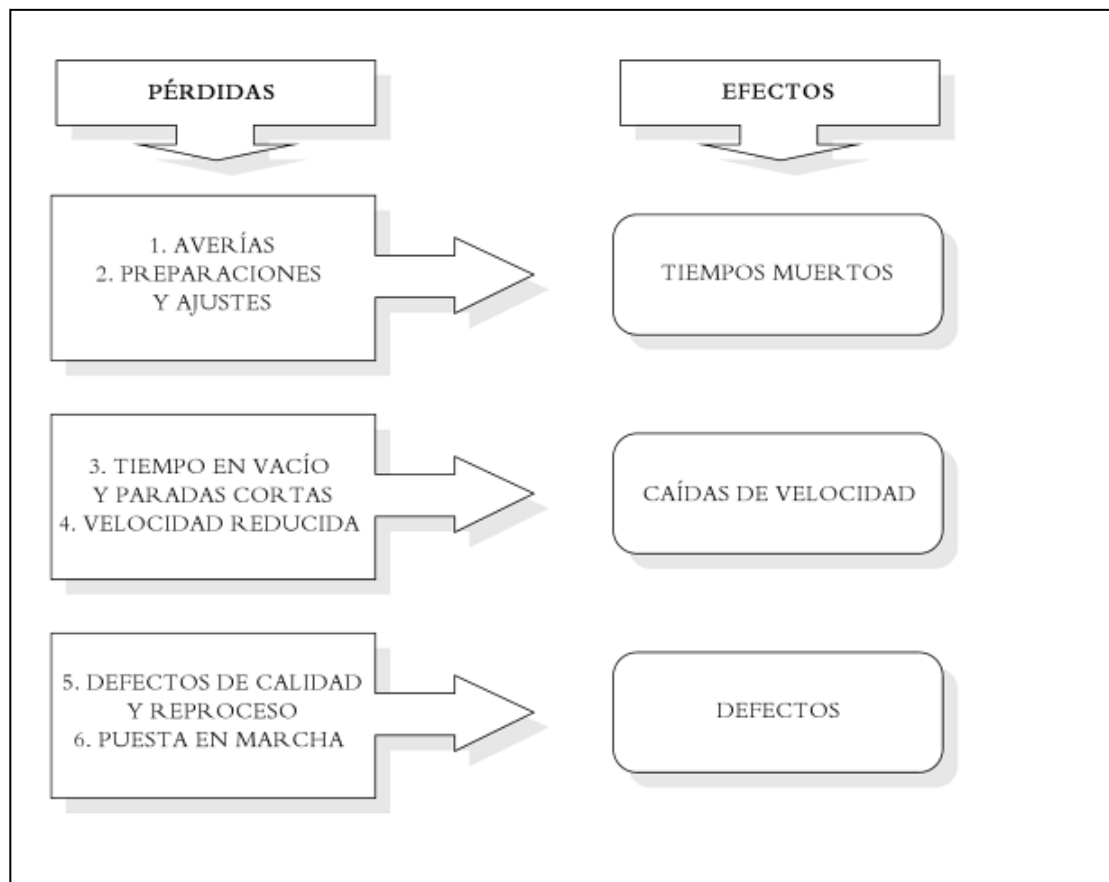


Ilustración 5.-Agrupación de las pérdidas en función de los efectos que provocan.

Fuente: TPM en un entorno Lean Management (Lluís Cuatrecasas & Francesca Torrell 2010)

Todas ellas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos y desde luego dan lugar a reducciones de eficiencia del sistema productivo, en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o de paro del sistema productivo.

- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

Habrán situaciones en que un defecto singular sea la causa de una avería, como normalmente sucede con las averías esporádicas, mientras que en otros la combinación de pequeños defectos ocultos como la suciedad, partículas, polvo, abrasión, tornillos aflojados, vibraciones, etc. Que no parecen tener relación directa con la avería y a los que no acostumbramos prestar atención son, en realidad, la causa principal del problema. Hay sistemas y herramientas como por ejemplo el diagrama de causa y efecto, o las técnicas de análisis modal de fallos y efectos (AMFE), que permiten plantear el problema desde sus efectos, para llegar a la causa o conjunto de causas raíz.

Así mismo la gestión del mantenimiento con las directrices TPM se extenderá a todo los ámbitos en los que pueda mejorarse la eficiencia de los sistemas productivos a partir de la adecuada gestión de los equipos. En particular se extenderá a:

- ❖ Mantenimiento preventivo (PM): como parte del mantenimiento planificado y basado en la previsión y la evitación de averías y cualquier tipo de problemas y por tanto evitar paros en el sistema productivo y las consiguientes reparaciones.
- ❖ Mantenimiento autónomo (MA): llevado a cabo por los operarios en supuestos de trabajo, pretende que las acciones básicas de mantenimiento y prevención se hagan desde el propio puesto de trabajo.
- ❖ Previsión de mantenimiento (MP): mantenimiento facilitado y minimizado desde la ingeniería de desarrollo y por lo tanto desde el propio diseño de los equipos.

Los criterios con los que mediremos la eficiencia y carencias del sistema productivo y sus equipos deberán aplicarse con anterioridad a la introducción de mejoras, para poder así conocer cuál es el punto de partida del equipo.

Los criterios básicos que permitirán identificar con claridad qué tipo de deficiencias presenta un equipo dado y posteriormente medir su eficiencia con indicadores serán:

- ❖ Disponibilidad: Hace referencia a la relación entre el tiempo requerido para trabajar y el tiempo que realmente está operativo.
- ❖ Efectividad: Hace referencia al tiempo que el equipo, a pesar de estar operativo, puede no estar produciendo, o bien hacerlo a una velocidad inferior a la esperada
- ❖ Grandes pérdidas: Está relación con paradas breves y reducciones de velocidad.
- ❖ Calidad: Se refiere finalmente a la adecuación del output o producto resultante del proceso productivo, a los requerimientos de utilización del mismo.

Grandes pérdidas, está relacionado con la calidad y las puestas en marcha.

1.4.4 Kaizen:

Dentro de los métodos para la gestión de la calidad total y las técnicas para el mejoramiento continuo, destaca por su sencillez y sentido práctico el Kaizen, un armonioso método de mejoramiento continuo que sobresale por ser aplicable a todo nivel, tanto en la vida social, como en la vida personal y en el mundo de los negocios. En este último se caracteriza por desarrollar una cultura y dar participación a todos los trabajadores, desde la alta gerencia hasta el personal de limpieza. Este método de mejoramiento continuo fue desarrollado por los japoneses tras la segunda guerra mundial.

La expresión Kaizen viene de las palabras japonesas “kai” y “zen” que en conjunto significan la acción del cambio y el mejoramiento continuo, gradual y ordenado. Adoptar el kaizen es asumir la cultura de mejoramiento continuo que se centra en la eliminación de los desperdicios y en los despilfarros de los sistemas productivos. Se trata de un reto continuo para mejorar los estándares,

y la frase: un largo camino comienza con un pequeño paso, grafica el sentido del kaizen: todo proceso de cambio debe comenzar con una decisión y debe ser progresivo en el tiempo, sin marcha atrás.

El Kaizen retoma las técnicas del control de calidad diseñadas por Edgard Deming, pero incorpora la idea de que nuestra forma de vida merece ser mejorada de manera constante. El mensaje de la estrategia de Kaizen es que no debe pasar un día sin que se haya hecho alguna clase de mejoramiento, sea a nivel social, laboral o familiar.

Masaaki Imai (1989), también definió al Kaizen como mejoramiento. Más aún, señaló que kaizen significa mejoramiento progresivo que involucra a todos, incluyendo tanto a gerentes como a trabajadores que supone una forma de vida que merece ser mejorada de manera constante.



Ilustración 6.-La sombrilla de Kaizen

Fuente: Kaizen la clave de la ventaja competitiva japonesa (Imai 1989)

La esencia de las prácticas administrativas más exclusivamente japonesas ya sean de mejoramiento de la productividad, actividades para el control total de la calidad, círculos de control de calidad o relaciones laborales pueden reducirse a una palabra Kaizen.

La metodología Kaizen precisa de una fuerte disciplina, de una concentración necesaria para mejorar de forma continua, planteando nuevas marcas en materia de calidad, productividad, satisfacción del cliente, tiempos de ciclo y costos.

El punto de partida para el mejoramiento es saber identificar un problema u oportunidad de mejora, es decir todo resultado o estado que difiere de su meta o estándar preestablecido. Mantener el estado de las cosas (statu quo) es el principal enemigo del Kaizen. Esta técnica enfatiza el reconocimiento de problemas, proporciona pistas para la identificación de estos y es un proceso para su resolución.

El proceso de la mejora continua se caracteriza por aplicar una metodología sistemática, basada en el uso de herramientas estadísticas y gráficas, como diagramas de flujo, histograma, gráficas de control, diagrama de causa efecto , diagrama de Pareto, diagrama de flechas entre otras la cual proporciona objetividad en el análisis y la toma de decisión sobre un problema en particular .

Este método se basa en el ciclo de PHVA creado por Shewart pero dado a conocer por Deming en 1950.

1.4.5 Lean manufacturing:

Dependiendo de la industria o del autor se encontrarán traducciones como producción/fabricación delgada, ajustada, ágil, esbelta o incluso sin grasa.

Lean manufacturing nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eiji Toyota entre otros.

Según (Hernandez & Vizán, 2013) Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios definidos estos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de desperdicios que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos.

Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro.

De forma tradicional se ha recurrido al esquema de: la casa del sistema de producción Toyota para visualizar rápidamente la filosofía que encierra el lean y las técnicas disponibles para su aplicación. Se explica utilizando una casa porque está constituido un sistema estructural que es fuerte siempre que los cimientos y las columnas lo sean, una parte en mal estado debilitaría todo el sistema.

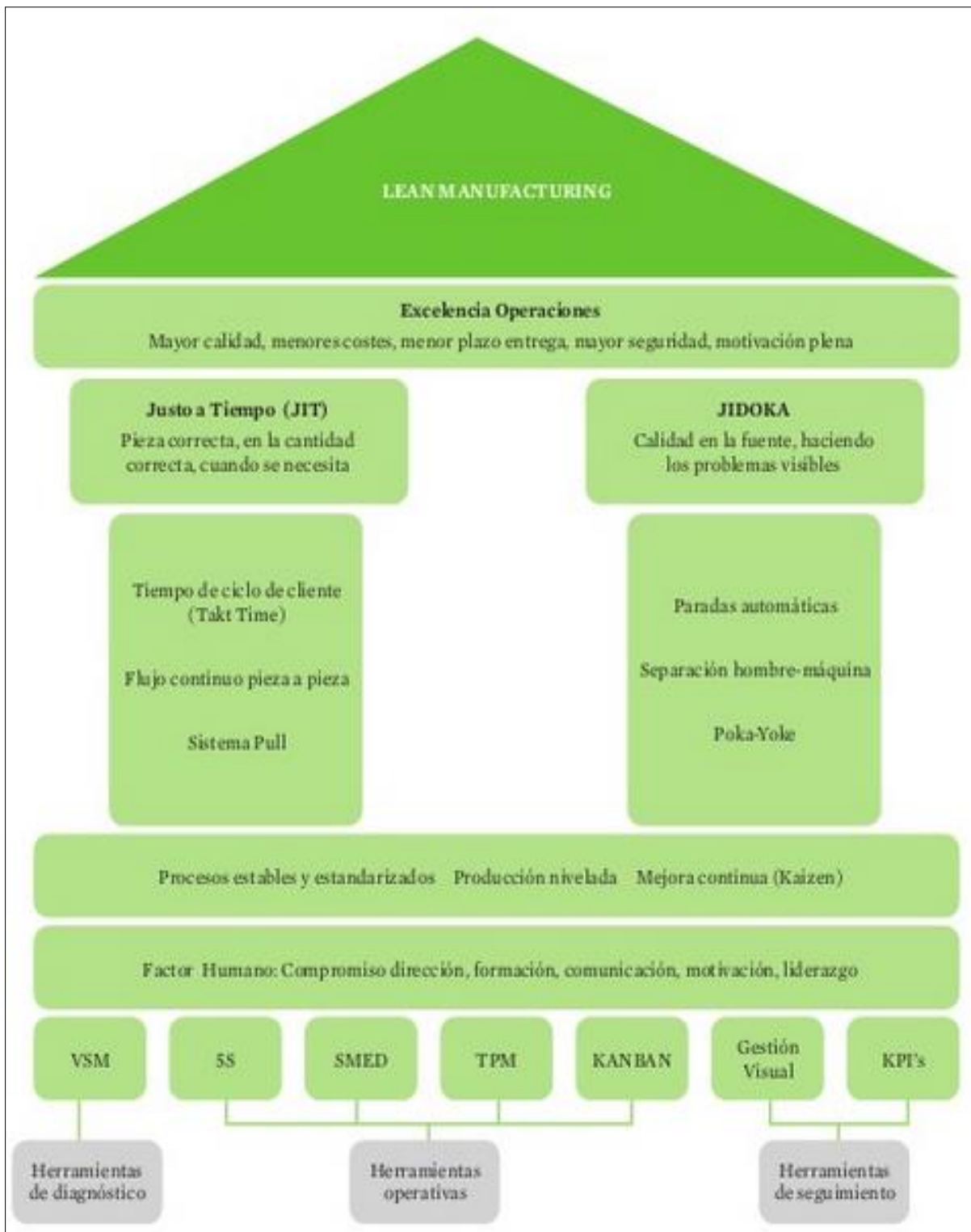


Ilustración 7.-Adaptación actualizada de la casa Toyota

Fuente: Escuela de Organización Industrial (2013)

El techo de la casa está constituido por las metas perseguidas que se identifican con la mejor calidad, el más bajo costo, el menos tiempo de entrega o tiempo de maduración. Sujutando este techo se encuentran las dos columnas que sustentan el sistema JIT y Jidoka. El JIT, tal vez es la herramienta más reconocida del sistema Toyota, significa producir el artículo indicado en el momento requerido y en la cantidad exacta. Jidoka consiste en dar a las máquinas y operadores la habilidad para determinar cuándo se produce una condición anormal e inmediatamente detener el proceso. Ese sistema permite detectar las causas de los problemas y eliminarlas de raíz de manera que los defectos no pasen a las estaciones siguientes.

La base de la casa consiste en la estandarización y estabilidad de los procesos: el heinjunka o nivelación de la producción y la aplicación sistemática de la mejora continua. A estos cimientos tradicionales se les ha añadido el factor humano como clave en la implantación Lean factor que se manifiesta en múltiples facetas como son el compromiso de la dirección, la formación de equipos dirigidos por un líder, la formación y capacitación del personas, mecanismos de motivación y los sistemas de recompensa.

El lean manufacturing se materializa en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí, que se han implementado con éxito.

En el primer grupo estaría formado por aquellas cuyas características, claridad y posibilidad real de implementación las hacen aplicables a cualquier empresa.

- ❖ **Las 5S:** Técnica utilizada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa, a través de una excelente organización.
- ❖ **SMED** Sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación.
- ❖ **Estandarización:** Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestran el mejor método para hacer las cosas.

- ❖ **TPM: conjunto** de múltiples acciones de mantenimiento productivo total que persigue eliminar las pérdidas por tiempos de parada de las máquinas.
- ❖ **Control visual:** Conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objeto facilitar a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y del avance de las acciones de mejora.

Un segundo grupo estaría conformado por aquellas técnicas que aunque aplicables exigen un mayor compromiso.

- ❖ **Jidoka:** Técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores.
- ❖ **Técnicas de calidad:** Conjunto de técnicas proporcionadas por los sistemas de garantía de calidad.
- ❖ **Sistema de participación del personal:** sistema organizado de grupos de trabajo de personal que canalizan eficientemente la supervisión y mejora del sistema Lean.

Por último se encuadrarían técnicas más específicas que cambian la forma de planificar, programar y controlar los medios de producción y la cadena logística.

- ❖ **Heijunka:** Conjunto de técnicas que sirven para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un periodo de tiempo.
- ❖ **Kanban:** Sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas.

Más allá del poder de estas técnicas, las acciones para su implementación deben centrarse en el compromiso de la empresa en invertir en su personal y promover la cultura de mejora continua. El pensamiento Lean implica una transformación cultural profunda, de manera que empezar con un planteamiento modesto basado en pocas técnicas para generar un mini éxito es la manera correcta de afrontar inicialmente el conocimiento de las otras técnicas Lean.

Además no olvidemos que el objetivo fundamental de la filosofía que impulso Ohno era el de combatir los siete grandes despilfarros descritos a continuación según Cuatrecasas (2010):

- Producción excesiva o sobreproducción: supone un empleo de tiempo en tareas no necesarias.
- Tiempo de espera: evidentemente se trata directamente de un desperdicio de tiempo.
- Transportes innecesarios o con trayectos innecesariamente largos suponen un tiempo asimismo innecesario añadido al del proceso.
- Proceso inadecuado o sobre procesamiento: el objetivo de los esfuerzos para eliminar este desperdicio es precisamente reducir el tiempo de proceso, disminuyendo la participación innecesaria de los recursos productivos en actividades sin valor añadido.
- Las existencias de stocks suponen un desperdicio por el hecho de estar un tiempo inmovilizadas a la espera de ser utilizadas.

Movimientos innecesarios: todo movimiento supone un empleo de tiempo que alarga el proceso.

1.5 PHVA :

1.5.1 Antecedentes del PHVA y Deming:

El ciclo de PHVA o ciclo de Deming como es conocido universalmente fue desarrollado inicialmente en la década de 1920 por Walter Shewart considerado el padre del control estadístico de la calidad.

Durante la década de los años cincuenta luego de la segunda guerra mundial los japoneses hacen suyas las ideas del control de calidad para mejorar la tan golpeada economía nipona de postguerra. Nace el JUSE, unión de científicos e Ingenieros japoneses (1946), entidad independiente del gobierno y

no lucrativa, que aúna a un grupo de empresarios, gente del gobierno y académicos. Pronto, ésta se da a la tarea de desarrollar y difundir las ideas del control de calidad en todo el país. Para ello, invitan al Japón en 1950 al Dr. Walter Shewart, quien no se encontraba disponible, por lo que la invitación se hace extensiva al Dr. W. Edward Deming, profesor de la universidad de Columbia y quién era el mejor alumno de W.A. Shewart , para que dictara una serie de seminarios y conferencias, Deming introduce en el Japón mucho de los conceptos actuales del control de calidad moderno; el control de calidad estadístico y el PHVA de Shewart que la difunde como una alternativa para encarar los proyectos de acción o mejora sobre los procesos propios, externos o internos (por tal motivo en Japón lo llama el “ciclo de Deming”).

Su prestigio está muy relacionado con el éxito de la industria japonesa, del cual es considerado en gran parte responsable. Con sus elocuentes conferencias en 1950 a los líderes empresariales japoneses, logro un cambio de mentalidad administrativa y los convenció de que la calidad era un arma estratégica. Con argumentos contundentes demostraba los altos costos en que una empresa incurre cuando no tiene un proceso planeado para administrar la calidad, el desperdicio de materiales y productos rechazados, el costo de procesar dos o más veces los productos para eliminar defectos, o las reposiciones y compensaciones pagadas a los clientes por las fallas en los mismos.

En 1951 la industria japonesa instituyó el premio Deming a la calidad, que se entrega a las industrias destacadas por la mejora en su calidad, y a las personas que contribuyen a desarrollar el conocimiento de la calidad y confiabilidad de los productos.

A partir de las capacitaciones brindadas por Deming a los japoneses, este ciclo a recorrido el mundo hasta el día de hoy como símbolo indiscutido de mejora continua.

1.5.2 Descripción de PHVA:

Guajardo (2003), definió el círculo de Deming o PHVA (planear, hacer, verificar, actuar) como un enfoque sistemático para la solución de problemas, que impulsa a la alta gerencia a participar más activamente en los programas de mejora de calidad de la compañía. Representa los pasos de un cambio planeado, donde las decisiones se toman científicamente y no en base a apreciaciones.

Mientras Mejía (2007), lo describió como una teoría sencilla que permite administrar en forma estructurada los proyectos de mejoramiento, orientados a satisfacer las necesidades de los clientes y a obtener productividad en los procesos.

El ciclo PHVA es un ciclo dinámico que puede ser empleado dentro de los procesos de la organización. Es una herramienta de simple aplicación y, cuando se utiliza adecuadamente, puede ayudar mucho en la realización de las actividades de una manera más organizada y eficaz. Por tanto, adoptar la filosofía del ciclo PHVA proporciona una guía básica para la gestión de las actividades y los procesos, la estructura básica de un sistema, y es aplicable a cualquier organización.

1.5.3 Etapas del ciclo PHVA:

El ciclo de PHVA consiste en cuatro etapas según Guajardo.



Ilustración 8.-Representación del ciclo PHVA

Fuente: BPMSAT- 2014

a) Planear: En esta etapa se desarrollan las siguientes actividades:

- Primero se define la visión o metas: donde se quiere estar en un tiempo es decir se establece el objetivo de la mejora.
- Establecido el objetivo, se realiza un diagnóstico para determinar la situación actual de la empresa en todos los aspectos y se define la problemática o áreas de mejora, seleccionando las más importantes o las que más impacto tengan.
- Posteriormente, se define una teoría de solución que permite llevar a la variable a mejorar a un punto óptimo.
- Finalmente, se establece un plan de trabajo a implementar y se prueba la teoría de la solución.

Para cada una de estas actividades existe una serie de herramientas básicas de calidad que facilitan los procesos y toma de datos. Más adelante estudiaremos las más importantes.

b) Hacer: En la segunda etapa, aquí básicamente se ejecuta el plan de trabajo planeado, estableciendo algún control de seguimiento para asegurar el cumplimiento del programa.

Para llevar a cabo el control de la implementación, existen herramientas como la gráfica de Gantt o la Lista de verificación de tareas realizadas, que permiten observar claramente el avance del proceso.

c) Verificar: En esta etapa se lleva a cabo la verificación, en donde se validan los resultados obtenidos y se comparan con los planeados. Para realizarla, es importante que se hayan establecido previamente indicadores de resultados ya que lo que no se puede medir no se puede mejorar, al menos en forma sistemática.

d) Actuar: Para concluir las etapas del ciclo de Deming, se actúa. Esto quiere decir que si al verificar los resultados, se lograron los beneficios deseados, es importante sistematizar y documentar los cambios realizados para asegurar la

continuidad de los beneficios. Si por el contrario, no se lograron los resultados deseados, se actúa replantando algunas acciones hasta lograr los beneficios esperados.

Una vez que se logran los objetivos deseados se establece un proceso permanente de planear, hacer, verificar y actuar cuantas veces sea necesario, hasta resolver la problemática deseada.

Este proceso puede compararse, en forma analógica, con una rueda que va moviéndose en un plano inclinado desde un punto X a otro punto Y, en el momento en que deje de utilizarse, puede quedarse en la última posición lograda, siempre y cuando los proyectos implementados hayan sido debidamente estandarizados y documentados o en su defecto el círculo retrocederá y se perderán las mejoras realizadas.

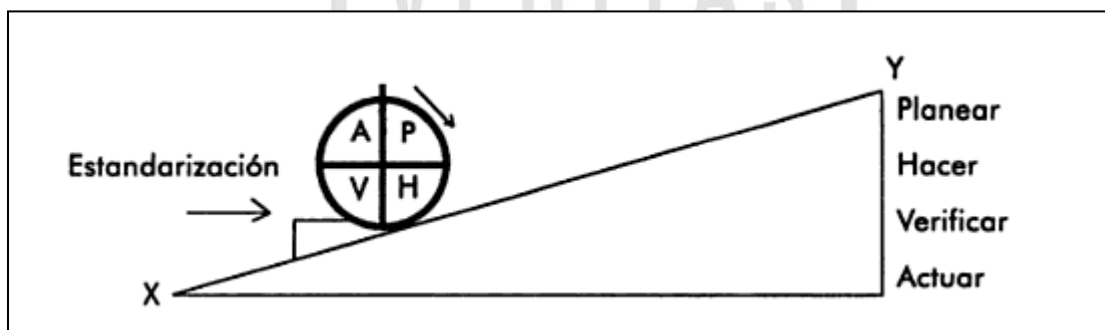


Ilustración 9.-Proceso círculo mejora continua

Fuente: Administración de la calidad total - Edmundo Guajardo

1.5.4 Ventajas del PHVA:

- Hay una rutina diaria de administración del individuo y/o del equipo.
- Es un proceso que soluciona problemas.
- Gestión de proyecto.
- Desarrollo continuo.
- Desarrollo del vendedor.
- Desarrollo de recursos humanos.
- Desarrollo de productos nuevos.
- Ensayos de procesos.

1.5.5 Alcance del PHVA:

La utilización continua del PHVA nos brinda una solución que realmente nos permite mantener la competitividad de nuestros productos y servicios, mejorar la calidad, reduce los costos, mejora la productividad, reduce los precios, aumenta la participación de mercado, supervivencia de la empresa, provee nuevos puestos de trabajo y aumenta la rentabilidad de la empresa.

1.6 Herramientas básicas para la mejora:

1.6.1 Diagrama de Pareto:

El análisis de Pareto es un método gráfico para definir los problemas más importantes de una determinada situación y por consiguiente, las prioridades de intervención. El objetivo consisten en desarrollar una mentalidad adecuada para comprender cuáles son las pocas cosas más importantes y centrarse exclusivamente en ellas.

Efectivamente, se ha demostrado que el secreto del éxito en toda disciplina depende de contar con unas pocas prioridades claras en las que concentrarse.

El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Joseph Juran en honor del economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. Con esto estableció la ley de Pareto según la cual la desigualdad económica es inevitable en cualquier sociedad.

El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20.

Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema.

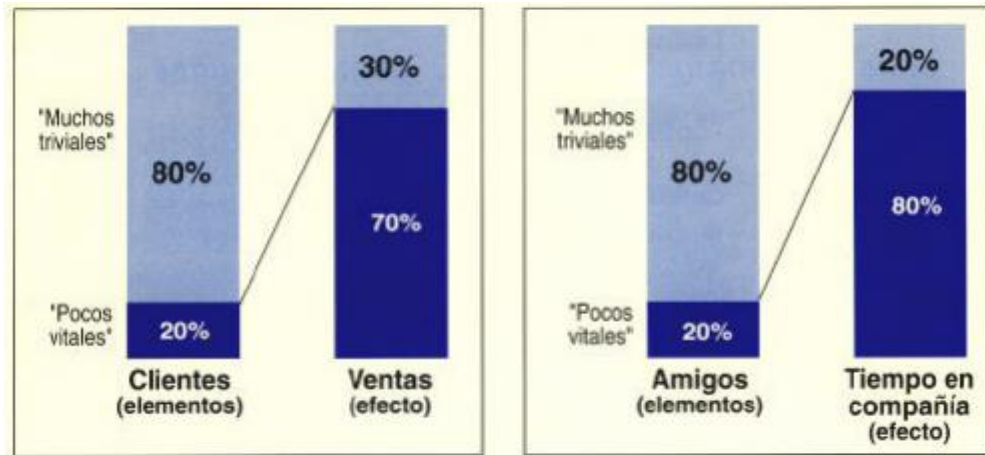


Ilustración 10.-Pocos vitales - muchos triviales

El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica colocamos los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

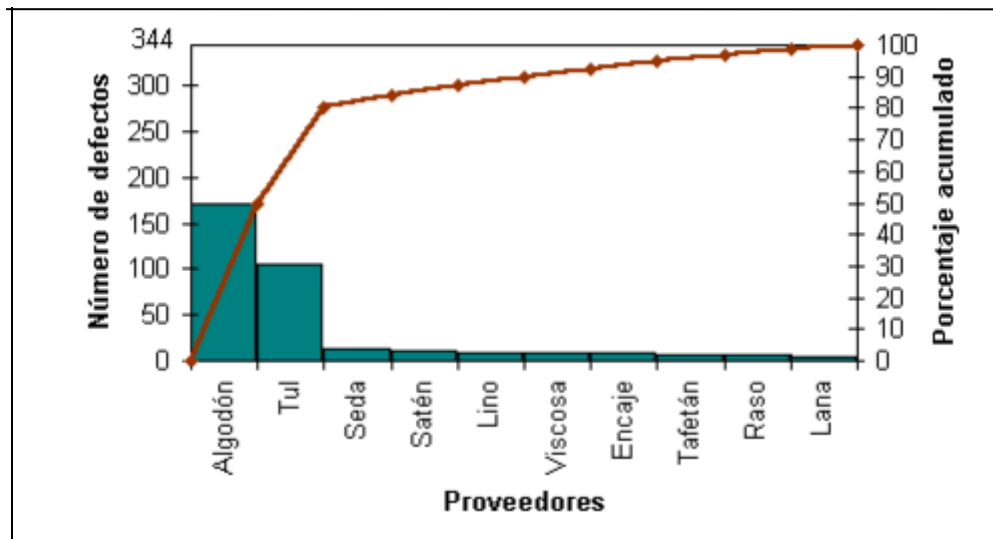


Ilustración 11.-Representación de Pareto

En el ejemplo del gráfico, se observa que un 20 % de los tejidos (algodón y Tul), representan aproximadamente un 80 % de los defectos, por lo tanto centrándose la empresa solo en esos 2 productos reduciría en un 80% el número de defectos.

1.6.2 Diagrama causa y efecto:

Según Cuatrecasas (2012), el diagrama de causa-efecto también es conocido como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pez, analiza de forma organizada y sistemática los factores, las causas y las causas de las causas, que indican en la generación de un problema detectado a partir de sus defectos.

En este diagrama se dibujan flechas inclinadas (espinas principales) que inciden sobre una línea central que dirige el conjunto hacia el efecto a alcanzar. Las flechas inclinadas que están dirigidas a la línea central pueden representar los elementos que intervienen en el proceso analizado. Las principales causas de problemas en la organizaciones se agrupan generalmente en 6 aspectos es el de las denominadas 6 M, medio ambiente, mantenimiento, maquinaria, mano de obra, materiales y métodos.

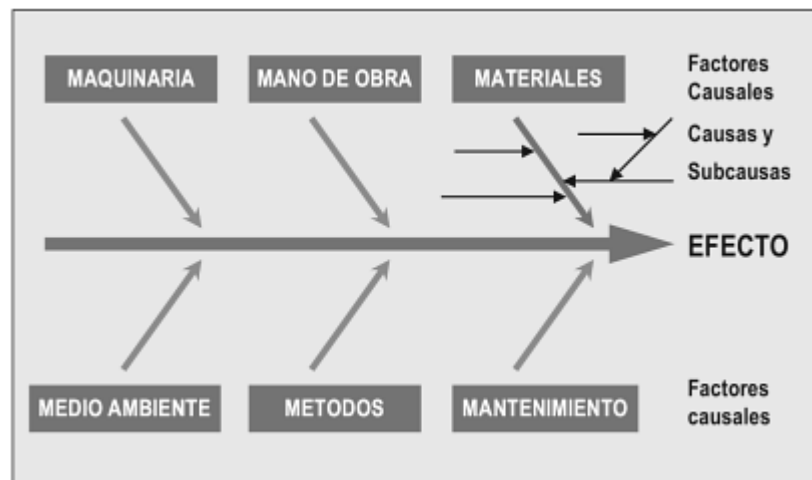


Ilustración 12.-Diagrama de Ishikawa

Fuente: Gestión de la calidad total –Lluis Cuatrecasas (2012)

Esta herramienta es aconsejable que sea elaborada por un grupo de trabajo que facilite la aportación de ideas y datos de forma abundante y contrastada; de hecho, comenzó a utilizarse en los grupos de círculos de calidad, desarrollados por el mismo Kaoru Ishikawa. Se puede establecer una serie de fases para su realización: definir y determinar de forma clara el problema a resolver, identificar

los factores más relevantes que influyen en dicho problema, determinar y analizar de una forma ordenada y estructurada las causas y sub causas, evaluar si se han identificado todas las causas y por último, realizar una toma de datos acerca de las diversas causas del problema.

Este diagrama permite determinar el origen del problema y llevar a cabo las acciones adecuadas para resolverlo de raíz.

1.6.3 Braistorming:

El brainstorming es una técnica de grupo que tiene la finalidad de estimular la creatividad y obtener, en poco tiempo, un gran número de ideas de un grupo de personas sobre un tema o problema común.

Eso es posible dando rienda suelta a la creatividad de los participantes, que expresan y analizan libremente sus ideas sobre el tema señalado.

Cuatro son los puntos básicos del brainstorming:

- 1.- Abstenerse de todo juicio sobre las ideas de los demás participantes.
- 2.- Disponer de plena libertad para formular nuevas ideas.
- 3.- Promover la presentación de un gran número de ideas.
- 4.- Favorecer el cruce de ideas entre los integrantes del grupo.

Una reunión de brainstorming no implica no exposición lógica ni discusión. En ella todos se limitan a expresar ideas de la forma más clara posible.

El principio en el que se basa el proceso es que una idea estimula otra, con frecuencia relacionada con la anterior. Este género de procesos mentales se desarrolla durante toda la sesión de brainstorming, por lo que siempre es importante tomar nota de todas las ideas que van surgiendo, está técnica se utiliza frecuentemente en grupos encargados de proyectos de mejora como por ejemplo los círculos de calidad.

1.6.4 Árbol de problema y objetivos (nueva herramienta de calidad):

El *árbol de problemas* es una técnica participativa que ayuda a desarrollar ideas creativas para identificar el problema y organizar la información recolectada, generando un modelo de relaciones causales que lo explican.

Esta técnica facilita la identificación y organización de las causas y consecuencias de un problema. Por tanto es complementaria, y no sustituye, a la información de base.

El tronco del árbol es el problema central, las raíces son las causas y la copa los efectos. La lógica es que cada problema es consecuencia de los que aparecen debajo de él y, a su vez, es causante de los que están encima, reflejando la interrelación entre causas y efectos.

Hacia abajo del problema central, cada causa primaria se considera como un efecto resultante de una o varias causas (a las que se les llama causas secundarias), si se navega hacia arriba del problema central, cada efecto primario es causa de uno o varios efectos que se les llama secundarios, si se recorre el árbol hacia arriba se van visualizando los efectos y si se hace hacia abajo se van discerniendo las causas.

Cuando se desarrolla un ADP que representa adecuadamente la situación que se desea analizar e incluye los elementos (causas y efectos) relevantes del contexto, resulta de gran utilidad para formular un proyecto, ya que muestra en un marco general, aquellos aspectos que abarca el proyecto y también los que no incluye y que por lo tanto permiten delimitarlo.

El árbol de objetivos es la versión positiva del árbol de problemas, refleja una situación opuesta. Permite determinar las áreas de intervención que plantea el proyecto.

Para elaborarlo se parte del árbol de problemas y el diagnóstico. Es necesario revisar cada problema (negativo) y convertirlo en un objetivo (positivo) realista y deseable. Así las causas se convierten en medios y los efectos en fines.

1.6.5 5W:

El método 5 W's y 1 H es una herramienta de análisis que apoya la identificación de los factores y condiciones que provocan problemas en los procesos de trabajo o la vida cotidiana. Las 5 w's vienen del inglés, y son who, what, where, when, why (quién, qué, dónde, cuándo, por qué), ésta última (why, por qué), tantas veces como sea necesario (al menos 5 veces como sugería el Dr. Edwards Deming) y se incluye la H, como (how).

Cuando identificamos un problema y preguntamos varias veces ¿por qué?, las respuestas nos muestran una jerarquía vertical de problemas, en donde la primera respuesta es el gran problema a partir del cual se pueden identificar una serie de condiciones que lo crean, y que se relacionan entre sí. Esta serie de condiciones "problema" muestran un esquema más claro de lo que es el "verdadero problema".

1.6.6 LAS 5'S:

Rey Sancristán (2005) , define a las 5S como un programa de trabajo que consiste en desarrollar actividades de orden, limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual y grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipos y la productividad.

Las 5S son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan con S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada.

A continuación explicaremos el contenido práctico de cada una de las 5'S según Bonilla:

- **Seiri (clasificar):** Consiste en retirar del área o estación de trabajo (ya sea de producción o administrativas), todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, tales artículos deberán ser retirados y ubicados en algún lugar establecido. Las tarjetas rojas podrían ser útiles para señalar los artículos innecesarios.

La aplicación del Seiri permite liberar espacio en planta y oficinas, reducir los tiempos de acceso al material, documentos, etc.

- **Seiton (ordenar):** Consiste en organizar los elementos que se han clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad, es decir un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar, o disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar el acceso y retorno a su lugar. Es necesario crear mecanismos para garantizar que cada artículo regrese a su lugar y quede listo para usarse, algunas herramientas para apoyar la implementación del seiton son la codificación y señalización, la aplicación del seiton mejora la productividad global de la planta.
- **Seiso (limpiar):** Consiste en eliminar el polvo y la suciedad de todos los elementos de la fábrica. Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo nos brinda la oportunidad de inspeccionar el estado de las máquinas, los equipos y las herramientas, pues la limpieza es inspección. No se trata solo de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación, con el objeto de eliminar sus causas primarias.
- **Seiketsu (estandarizar):** La estandarización pretende mantener el estado de la limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras tres “S”. Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes mecanismos, uno de ellos es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otro es el desarrollo de procedimientos documentados o normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo.
- **Shitsuke (disciplina):** Significa evitar que rompan los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos

brindan. La disciplina es el canal entre las 5 “S” y el mejoramiento continuo, implica la realización de control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por los demás y mejor calidad de vida laboral.



Ilustración 13.-Representación de las 5S

1.6.7 Análisis modal de fallos y efectos (AMFE):

El análisis modal de fallos y efectos comúnmente conocido como AMFE, es una metodología que permite analizar la calidad, seguridad y/o fiabilidad del funcionamiento de un sistema, tratando de identificar los fallos potenciales que presenta un diseño, para reducirlos a un mínimo mediante acciones apropiadas tratando así de prevenir problemas futuros de calidad. Se aplica por medio del estudio sistemático de los fallos (que se denominarán modos de fallo) y causas partiendo de sus efectos.

De la propia definición del AMFE se deduce que se trata de una herramienta de predicción y prevención, es aplicable a la mejora de productos ya existente y por otro lado al proceso de fabricación, extendiéndose a cualquier tipo de procesos. En el primer caso se habla de AMFE de diseño, mientras que en el segundo caso se trata de AMFE de procesos, también se aplica a los medios de producción (máquinas, instalaciones, etcétera) y en este caso se denomina AMFE de medio, es una poderosa herramienta que permite elevar la calidad a bajo coste. Cuatrecasas (2012).

El dimensionado de la importancia de los modos de fallo se obtiene a partir de tres coeficientes cuyo producto representa el índice final que permitirá calibrar el fallo y sus consecuencias, y que se denomina índice de prioridad de riesgo (IPR). Estos tres coeficientes son:

Coeficiente de Frecuencia (F): Se denomina el coeficiente de frecuencia a la probabilidad de ocurrencia de un modo fallo. Se valora en una escala de 1 a 10 equivale de hecho a la probabilidad compuesta de dos sucesos, que se produzca la causa y además que está de lugar al modo de fallo. El coeficiente de Frecuencia es el producto de ambas probabilidades.

Coeficiente de Gravedad (G): Es una valoración del perjuicio ocasionado al cliente por única y exclusivamente el efecto del fallo, este coeficiente puede clasificarse en una escala de 1 a 10.

Coeficiente de detección (D): Este coeficiente se refiere a la probabilidad de la causa o modo de fallo suponiendo que aparezca, llegue al cliente Para este índice al igual que en los anteriores se utilizará una escala del 1 al 10, en realidad se refiere a la probabilidad de que no pueda detectarse el fallo y su causa antes de entregar el producto al cliente.

Al obtener el IPR se prioriza todos los fallos para llevar a cabo posibles acciones correctivas.

1.6.8 Mantenimiento autónomo:

El Mantenimiento autónomo implica un cambio cultural en la empresa, especialmente en el concepto: yo fabrico y tú conservas el equipo, en lugar de yo cuido mi equipo. Para lograrlo es necesario incrementar el conocimiento que poseen los operarios para lograr un total dominio de los equipos.

El operario no solo debe buscar dejar limpio el equipo y en orden, sino tratar de identificar las causas de la suciedad y el mal estado del equipo u otra anomalía como tornillos flojos, elementos sueltos, etc.

El mantenimiento autónomo permite que el trabajo se realice en ambientes seguros, libres de ruido, contaminación y con los elementos de trabajo necesarios.

1.6.9 Programa de mantenimiento preventivo:

Como su nombre lo indica el mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes.

Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etcétera, a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos.

Es importante trazar la estructura del diseño incluyendo en ello las componentes de conservación, confiabilidad, mantenibilidad y un plan que fortalezca la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos y empleados sin importar su localización geográfica, ubicando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento. Haciendo uso de los datos hacemos su planeación esperando con ello evitar los paros y obtener con ello una alta efectividad de la planta.

1.6.10 Poka yoke:

Poka-yoke es una técnica de calidad desarrollada por el ingeniero japonés Shigeo Shingo en los años 1960, que significa a prueba de errores. La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar.

La finalidad del poka-yoke es la eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible, Un dispositivo poka-yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los

errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo.

Algunos tipos de dispositivos poka- Yoke son: Microswitch/switch limite, contador, tope, contrapuerta, sensores, etc.

1.6.11 Despliegue de función de calidad (QFD):

Según Cuatrecasas (2010), la característica esencial del QFD es la de ser una herramienta de la calidad que actúa en la etapa de diseño del producto y su desarrollo.

El despliegue funcional de la calidad o QFD (quality function deployment) es un método para desarrollar una calidad de diseño enfocada a satisfacer al consumidor, de modo que se conviertan los requerimientos del consumidor en objetivos de diseño y elementos esenciales de aseguramiento de la calidad a través de la fase de producción, por lo que el despliegue de funciones de la calidad es un modo de asegurar la calidad mientras el producto está en fase de diseño.

El QFD y su metodología puede aplicarse a cuatro fases del proceso que llevarán a la obtención del producto desde su planificación y diseño hasta la planificación de la producción y sus procesos. Las fases son las siguientes:

1.- Planificación del producto y su diseño donde se inicia recogiendo las características y requerimientos de la demanda, para ello es preciso conocer quién es nuestro cliente y su entorno. Los requerimientos de los clientes se convertirán en los “que’s” y las posibilidades de la empresa serán los “como’s”.

2.- Despliegue de componentes: En la fase de diseño detallado es importante clarificar las relaciones entre la calidad demandada por el producto final y las características de calidad necesarias para cada uno de los componentes.

3.- Planificación del proceso: En esta fase se traducirán las características de los subsistemas de la etapa anterior a procedimientos y operaciones necesarios para la producción de dichos componentes y por consiguiente la del producto.

4.- Planificación de la producción: En esta etapa partiendo de los procedimientos y operaciones diseñados en la fase anterior obtendremos los medios y especificaciones adecuadas para la producción.

1.6.12 Diseño estático de Taguchi:

Para hacer efectiva su estrategia de concebir productos robustos (aquellos productos que funcionan correctamente, aunque existan factores de distorsión) desde las etapas de definición y diseño, Genichi Taguchi divide las actividades desde la planificación y la mejora de la calidad fuera de la línea en tres pasos:

- Diseño primario o del sistema.
- Diseño secundario o de parámetros.
- Diseño terciario o de tolerancias.

Siendo el diseño de parámetros el paso más importante y consiste en hallar parámetros de forma que el comportamiento del sistema sea poco sensible (y a coste bajo) tanto a las variaciones intrínsecas (debidas al propio sistema) como extrínsecas (debidas al entorno). Siempre que sea posible es recomendable abordar la concepción de los sistemas en base al diseño de parámetros para de esta forma, conseguir minimizar intrínsecamente las causas de la variabilidad y crear productos robustos. Después de identificar los factores de control, los factores de ruido y sus niveles de experimentación, se construyen dos matrices factoriales fraccionales y se realizan los experimentos para cada una de las condiciones de matriz ruido. Posteriormente se analiza el significado de sus efectos y antes de darlos por buenos. Taguchi recomienda realizar unos experimentos de confirmación.

Los factores de control según Wu & Wu (1997) son los que pueden cambiar en el propio diseño del sistema factores tales como los valores nominales, piezas o componentes de un circuito o condiciones de una máquina de proceso.

Los factores de ruido: La causa de la variación se denomina ruido.

- ❖ Ruido externo: Condiciones del entorno tales como la temperatura, humedad, etc.
- ❖ Ruido interno: deterioro en general como el desgaste, la fatiga, la oxidación, etc.
- ❖ Ruido entre productos: Imperfecciones de fabricación, variabilidad pieza a pieza.

Factor señal: Es el factor que se utiliza para cambiar la salida, como el acelerador para incrementar la velocidad o el freno para reducir la marcha del vehículo.

1.6.13 Balanced scorecard:

Según Estupiñan (2006) es una forma integrada, balanceada y estratégica de medir el progreso actual y suministrar la dirección futura de una empresa, por medio de un conjunto coherente de indicadores agrupados en cuatro diferentes perspectivas: financiera (como ven la empresa los accionistas), del cliente (medidores de eficacia de cómo nos ven los compradores), interna (en que procesos internos debemos ser excelentes) y de aprendizaje (que recursos son claves para mejorar e innovar).

El enfoque del balanced scorecard puede ser empleado de muchas maneras: como una herramienta de medición, de gestión o de gestión estratégica, contratos de outsourcing, fusiones y adquisiciones.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Material y Métodos:

2.1.1. Materiales:

- El desarrollo de la tesis se realizó en instalaciones de una planta textil, ubicada en Gamarra en el distrito de la Victoria.
- Las publicaciones de Luis Cuatrecasas fueron en gran medida la base teórica para poner en práctica las actividades que se realizaron.
- Con respecto a los cálculos de los tiempos estándar de las operaciones, indicadores, costos se utilizaron plantillas de Excel con la información proporcionadas por el personal de la empresa y elaborados por los propios autores de la tesis.
- Así mismo se utilizaron los siguientes programas informáticos:
 - Visio 2010 (se utilizó en la elaboración del proceso productivo).
 - Minitab 16 (se utilizó en la construcción del diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, diseño de Taguchi).
 - Excel 2010 (para la elaboración de formatos, tablas, gráficos).
 - Project 2013 (se utilizó para la elaboración del cronograma de actividades y plan de mantenimiento preventivo).
 - Software V&B Consultores (se utilizó en la elaboración del Balanced Score Card de la empresa).

2.1.2 Métodos:

La metodología se basó en la utilización del ciclo PHVA que consta de 4 etapas, a continuación detallamos el proceso de elección de la metodología como la más adecuada para la consecución de los objetivos.

2.1.2.1 Criterios de Evaluación:

Se consideraron los siguientes criterios:

- Alcance:

Este factor lo relacionamos a las diferentes áreas de la empresa que se involucran en la mejora, si bien es cierto que nuestro problema está relacionado con el área de producción, creemos que por ser una empresa pequeña podemos involucrar a todas las personas que laboran en ella.

- Cambio Cultural:

Medimos el grado o el cambio en la manera de trabajar que puede ir generando en las personas que laboran en ella, después de aplicar la metodología y explicar los beneficios que se obtendrían.

- Costo de Inversión:

Medimos el costo que resultaría al ejecutar acciones para efectuar la mejora.

- Dificultad de Implementación:

Buscamos una metodología que se entienda rápidamente por el tiempo con el que se cuenta y que su implementación se accesible en su alcance definido.

- Tiempo Objetivo para resultados Visibles:

Al contar con poco tiempo para el diseño e implementación del sistema de mejora queremos ver resultados visibles a un corto plazo.

2.1.2.2 Evaluación de las Metodologías:

2.1.2.2.1. Ponderación de los criterios:

Teniendo en cuenta los criterios definidos se elaboró un cuadro para definir la ponderación de cada criterio para la elección de la metodología tomando en cuenta la opinión de los autores de la tesis y la de los dueños de la empresa.

Tabla 2. Cuadro de ponderación

Factor	Miembro de grupo		Promedio	Factor de ponderación
	Claudia	Carlos		
Alcance	4	3	3,5	23,3%
Cambio cultural	3	3	3	20,0%
Costo de inversión	2	3	2,5	16,7%
Dificultad de implementación	3	4	3,5	23,3%
Tiempo objetivo para resultados	2	3	2,5	16,7%
Total			15	100%

Fuente: Textiles Betex

2.1.2.2.2 Ponderación de las metodologías

Tabla 3.- Ponderación de metodologías

Factor	Factor de ponderación	TQM	TPM	Six Sigma	Kaizen	PHVA
Alcance	23%	3	2	4	0	4
Cambio cultural	20%	1	2	1	1	2
Costo de inversión	17%	2	2	2	2	2
Dificultad de implementación	23%	2	2	1	2	3
Tiempo objetivo para resultados visibles	17%	1	1	1	1	2
Total		1,867	1,833	1,867	1,167	2,7

Fuente: Textiles Betex

Se propusieron 5 metodología altamente reconocidas en la aplicación de la mejora continua como son el TQM,TPM, six sigma, Kaizen y PHVA , siendo esta última según el puntaje alcanzado la más apropiada para alcanzar los objetivos establecidos, como se expone en la Tabla N^a 3.

Tabla 4.-Nivel de importancia

Nivel de importancia	Puntaje
No es importante	1
Poco importante	2
Mas o menos Importante	3
Importante	4
Muy importante	5

Fuente: Textiles Betex

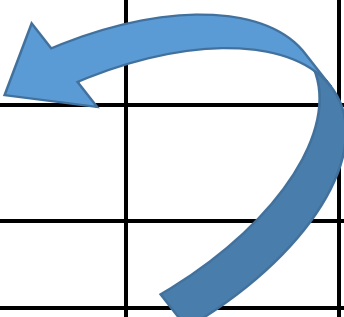
2.2 Desarrollo del proyecto

Luego de elegir al PHVA como la metodología más adecuada continuamos con su aplicación, en el siguiente flujo grama de la Tabla N^a 4, se describe las actividades que se realizaron donde cada actividad se llevó a cabo en una determinada etapa del ciclo.

Tabla 5.- Desarrollo del PHVA



FLUJOGRAMA DE OPERACIONES PHVA				
Descripción de Actividad	PLANEAR	HACER	VERIFICAR	ACTUAR
Se define misión y objetivos a lograr	1. Definir el Proyecto			
Se hace un diagnóstico de la situación inicial justificado con indicadores medibles	2. Describir la situación actual			
Se define una teoría de solución que ataque a las causas del problema central	3. Definir alternativas de solución			
Se desarrolla un plan y cronograma de actividades del proyecto	4. Definir un plan de trabajo			
Puesta en Marcha del proyecto a través del plan de trabajo		5. Ejecutar plan de trabajo		
Se ejecuta mecanismos de control y seguimiento para el proyecto		6. Seguimiento del avance del proceso		
Se validan resultados obtenidos versus los planeados a través de los indicadores, y así tomar una decisión de retroalimentación de ser necesario (planes de contingencia)			7. Verificar OUTPUT	
Formalización de procedimiento para perdurar en el tiempo				8. Estandarizar operaciones
Documentado en físico del proyecto para ser adoptado como política de la empresa				



Fuente: Textiles Betex

CAPÍTULO III

Pruebas y resultados

3.1 Etapa Planear:

En esta primera etapa del proyecto, el equipo implementador revisó la documentación principal relacionada a la gestión de la empresa, observó la infraestructura, identificó cada una de las operaciones para luego definir la situación actual de la empresa y estableció los principales indicadores de las líneas de producción.

El diagnóstico tuvo una duración de 06 días con el cual se logró el desarrollo de un programa de consultoría adaptado a las necesidades específicas de la empresa.

3.1.1 Situación actual de la empresa:

Para analizar la situación de Betex, describimos 4 aspectos que enmarcan la realidad de la empresa.

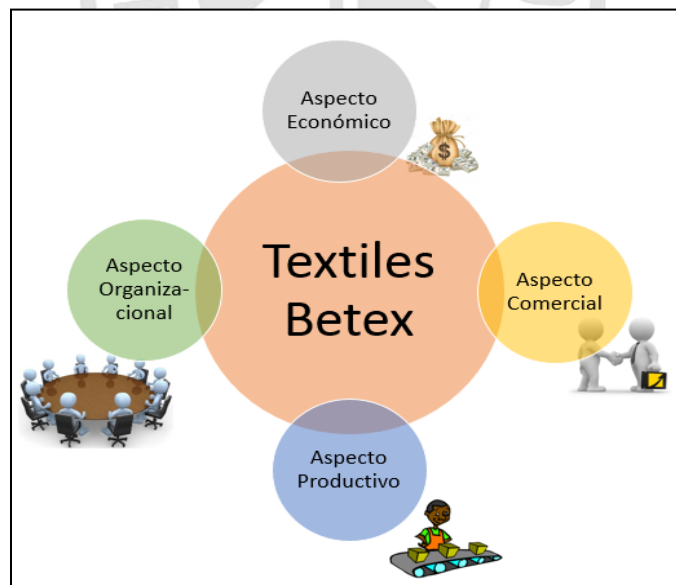
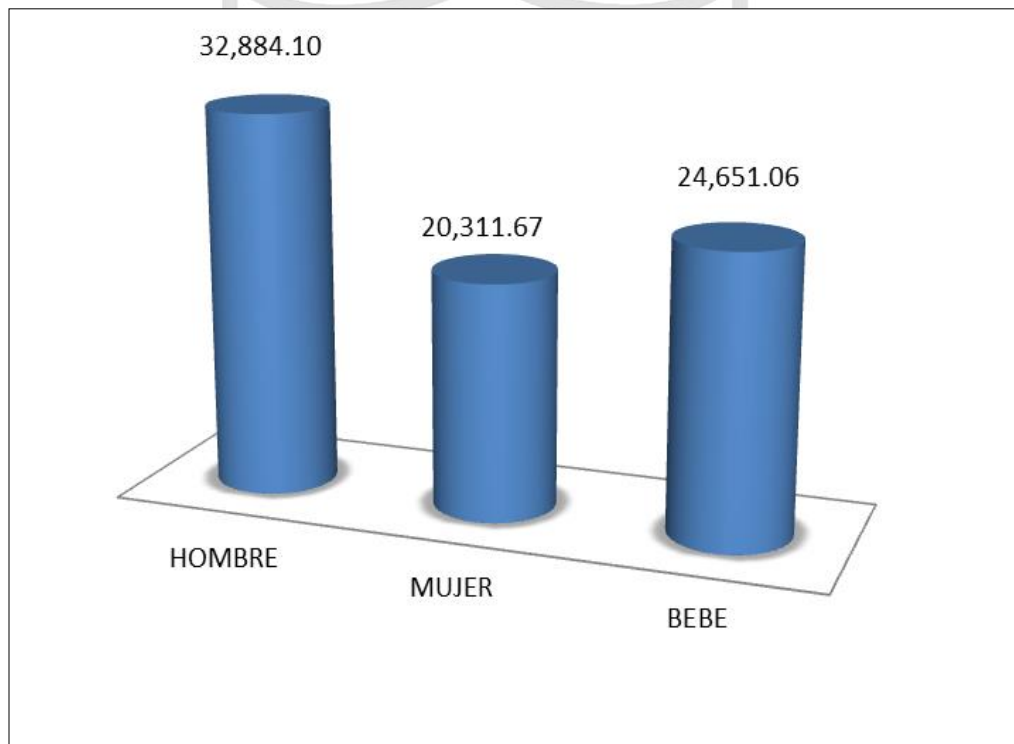


Ilustración 14. Aspectos actuales
Fuente: Textiles Betex

3.1.1.1 Aspecto Económico:

El aspecto Económico está relacionado al nivel de ingresos que obtiene la empresa por la venta de sus diferentes tipos de calcetines. En la siguiente gráfica se muestra los ingresos por la venta de docenas de calcetines durante el año 2011, observamos que se ha obtenido más ganancia por la venta de los calcetines de bebé y de caballero, siendo estos los productos estrellas ya que se venden durante cualquier período del año, mientras que los calcetines de dama sufren una disminución en las ventas durante los meses de verano ya que dejan de usarse.

Gráfico 1. Nivel de ingresos 2011



Fuente: Textiles Betex

3.1.1.2 Aspecto comercial:

Los flujos de dinero que reciben las empresas por la venta de sus productos están determinados por la fidelidad de sus clientes, al incumplirle en una promesa no solo se corre el riesgo de perderlo sino de ganarte una mala reputación ya que estos transmiten su malestar a otros clientes potenciales.

La relación entre la empresa y los clientes se ha visto afectada por los constantes retrasos en la entrega de sus pedidos, durante el mes de marzo registramos en un formato.

El número de pedidos del mes, su respectiva fecha de pedido, la fecha en la cual se programó la entrega, la fecha real de entrega del pedido y los días de demora.

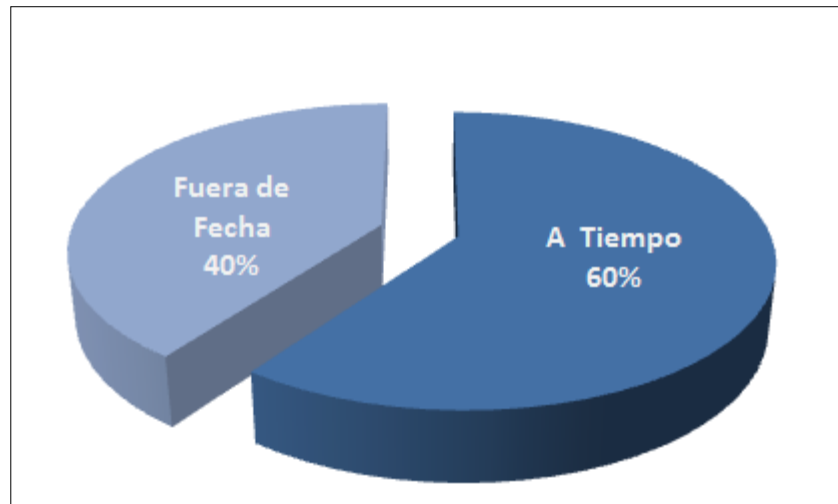
Tabla 6. Entrega de pedidos Marzo 2011

Pedido	Fecha de pedido	Fecha programada	Días programados	Fecha real de entrega	Días de retraso
Pedido nº1	01-mar	03-mar	2.00	04-mar	1.00
Pedido nº2	06-mar	13-mar	7.00	17-mar	4.00
Pedido nº3	08-mar	13-mar	5.00	13-mar	-
Pedido nº4	13-mar	18-mar	5.00	21-mar	3.00
Pedido nº5	20-mar	24-mar	4.00	24-mar	-
Pedido nº6	25-mar	28-mar	3.00	30-mar	2.00
Pedido nº7	27-mar	31-mar	4.00	03-abr	3.00
Pedido nº8	27-mar	03-abr	7.00	05-abr	2.00
Total de días atrasados					15.00

Fuente: Textiles Betex

Luego de evaluar la información obtenida, se determinó que el 40% de los pedidos son entregados fuera de fecha siendo un porcentaje considerable frente a un 60% de pedidos entregados a tiempo, lo que genera preocupación en la gerencia ya que es una constante en los últimos meses. Más adelante determinaremos cuales son las causas que ocasionan estos retrasos.

Gráfico 2. Status de pedidos entregados



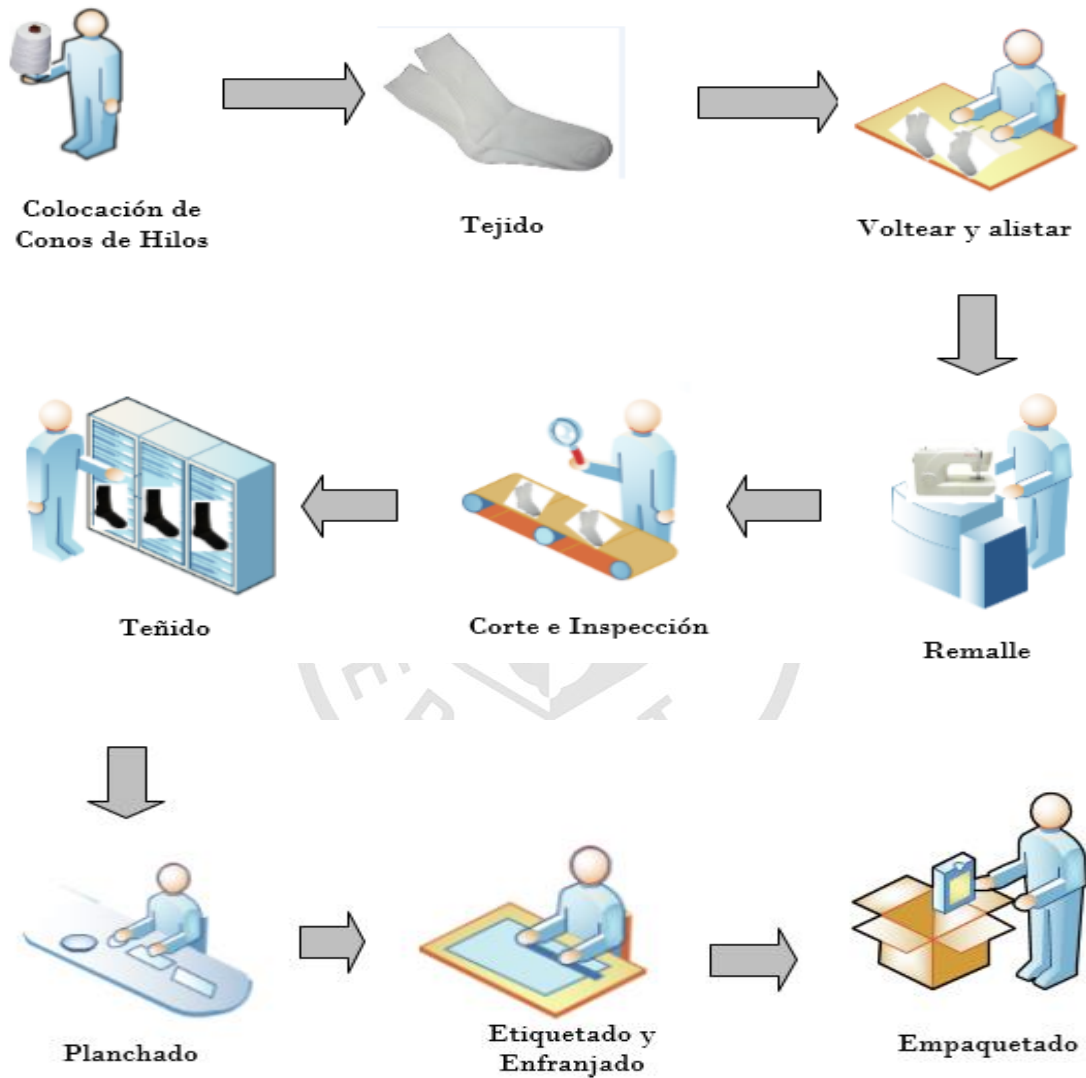
Fuente: Textiles Betex



3.1.1.3 Aspecto productivo:

Para familiarizarnos con la empresa mediante un esquema gráfico representamos la secuencia de sus operaciones en la planta.

Ilustración 15. Proceso productivo de calcetines



Fuente: Textiles Betex

Luego de recopilar y analizar información de los niveles de producción estudiamos el comportamiento de la producción de las líneas frente a la demanda del mercado para luego evaluar la capacidad de cada una de ellas y

los indicadores principales de productividad, eficiencia, eficacia y efectividad que reflejan cómo viene operando la planta.

- **Demanda vs producción de calcetines – 2011:**

Podemos observar en la siguiente gráfica, el nivel de producción de los calcetines de bebé durante el año 2011 y la demanda del mismo en docenas de pares de medias.

Observamos que hay meses como febrero, marzo y mayo en que los niveles de producción se acercan a la cantidad demandada, durante los próximos meses la demanda excedió lo producido por lo que pueden existir diferentes factores que están afectando el cumplir con lo requerido.

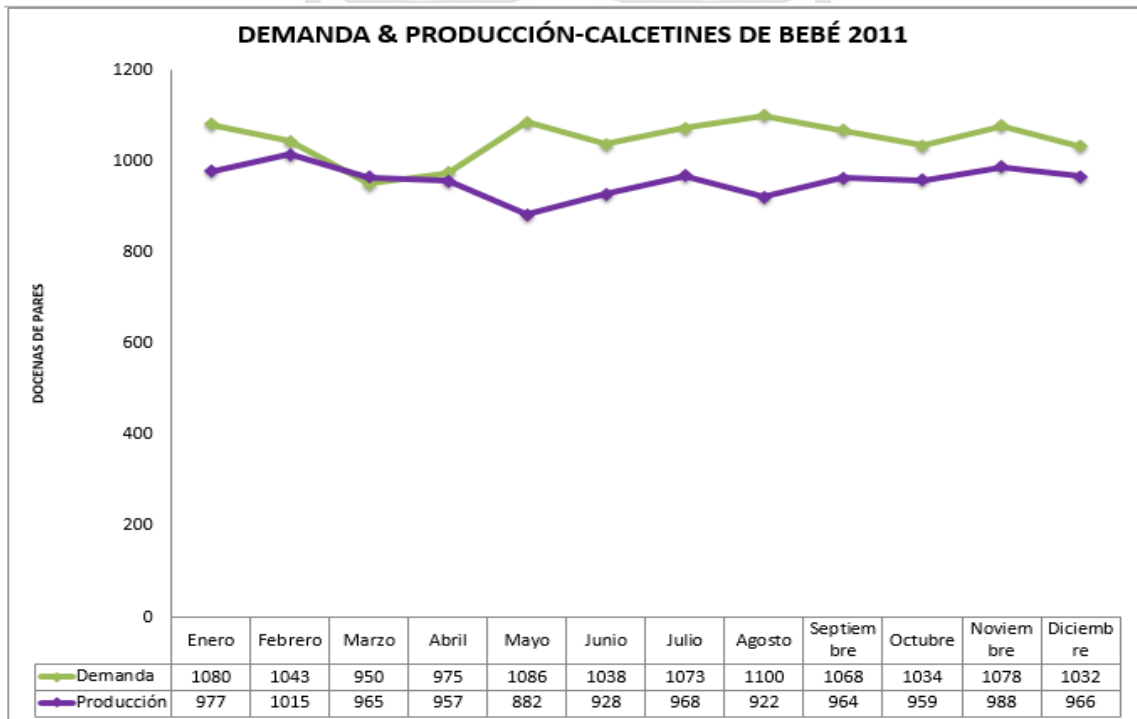


Gráfico 3. Demanda & producción de calcetines de bebé

Fuente: Empresa Textiles Betex

Con respecto a los calcetines de caballero observamos un nivel de producción y de demanda con quiebres de productos en la mayor parte del año y en lo relacionado a los calcetines de damas observamos que entre los meses de octubre a febrero el nivel de demanda disminuye esto se debe a la temporada

de verano por lo tanto la empresa disminuye sus niveles de producción para no elevar su stock.

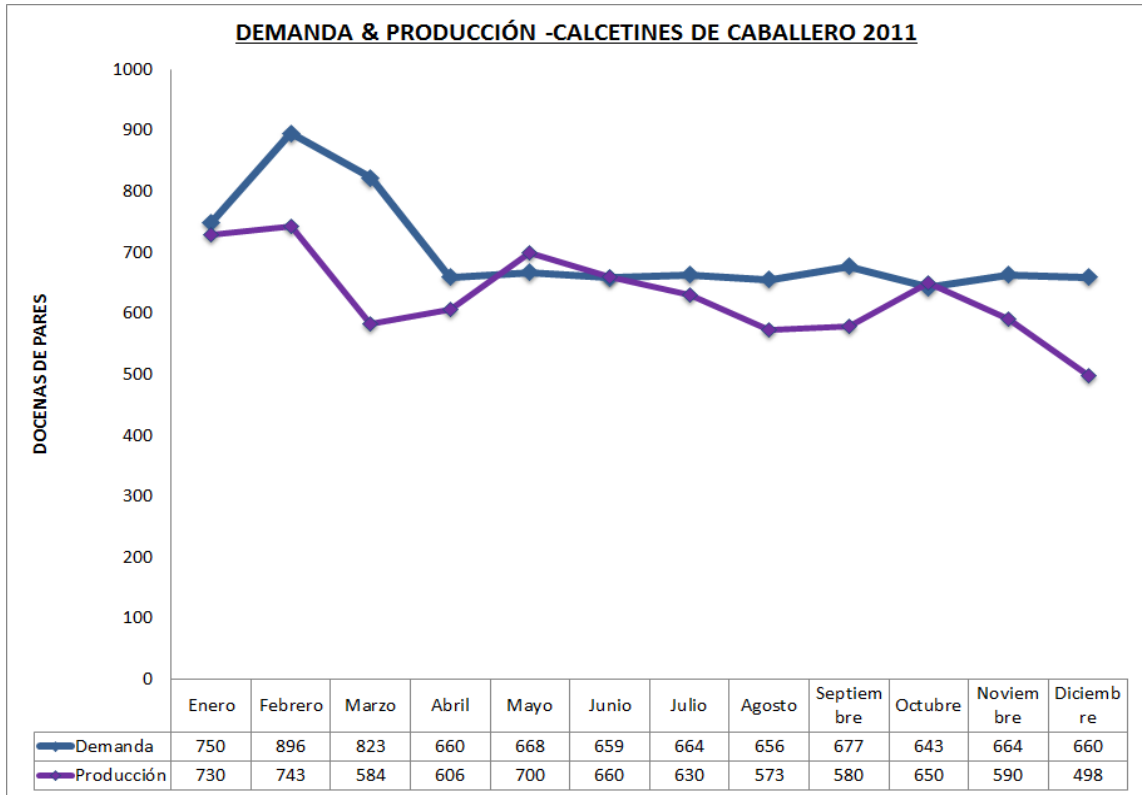


Gráfico 4. Demanda & producción - calcetines de caballeros 2011

Fuente: Empresa Textiles Betex

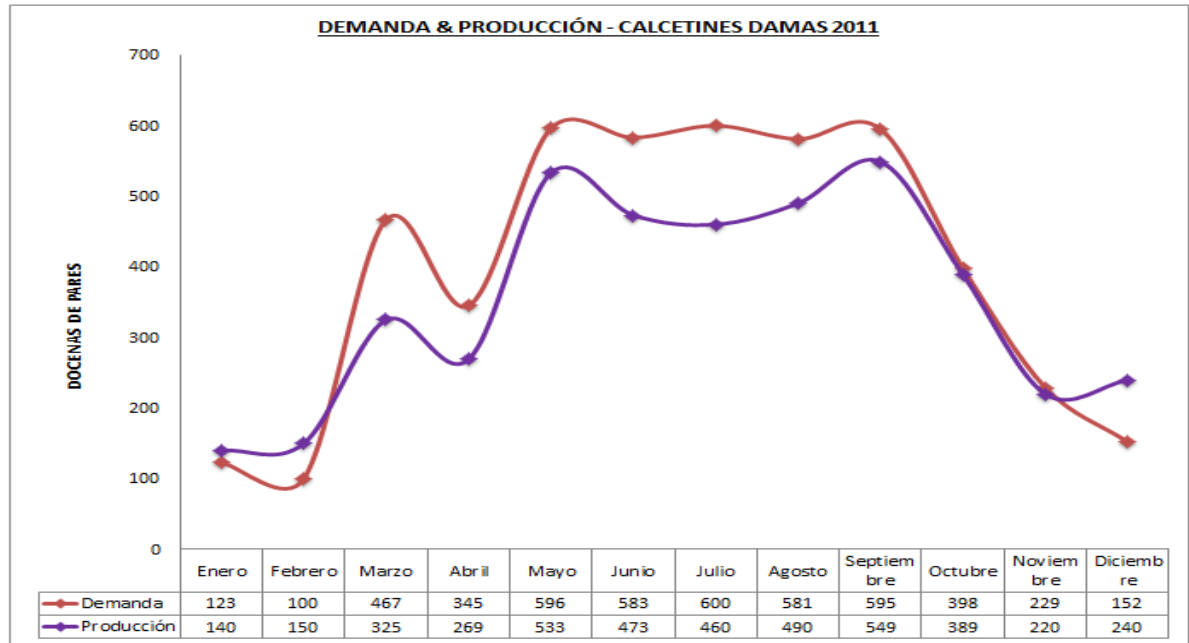


Gráfico 5. Demanda & producción - calcetines de dama 2011

Fuente: Textiles Betex

- **Producción de líneas:**

Tomando como referencia el mes de Marzo, en el cuadro se muestran las cantidades producidas y las cantidades demandadas de cada línea.

Tabla 7. Producción de líneas

Tipo de calcetín	Cantidad producida	Cantidad demandada	Unidad de producción
Caballero	669	807	Docenas de pares
Bebé	1056	1176	Docenas de pares
Damas	594	682	Docenas de pares

Fuente: Textiles Betex

A partir de esta información junto a la toma de tiempos realizada por cada línea (ver anexo3) se pudo obtener el tiempo estándar de cada operación, el tiempo ciclo de cada línea y hallar la capacidad de producción por línea, que es

imprescindible para la gestión de una organización, ya que evalúa el grado de utilización de los recursos de la empresa y, por tanto, permite poder llegar a optimizarlos.

Las líneas trabajan un turno de 12 horas al día de lunes a viernes y solo 6 horas los días sábado, en total al mes 22 días laborables.

Tabla 8. Ratios de líneas de producción

RATIOS DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN			
	Damas	Bebés	Caballeros
Cadencia (seg /doc de pares)	1080	552	1027.2
Cadencia (doc. De pares /hora)	3.33	6.52	3.5
Producción por día (doc. De pares/día)	40	78.26	42.06
Capacidad Real (doc de pares /mes)	880	1721.74	925.33
Tmp. Apróx por fallas normales (días)	0.6	0.7	0.7
Capacidad Efectiva de Línea (doc de pares/mes)	857	1666	895

Fuente: Empresa Textiles Betex

Existen tres criterios comúnmente utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema, los cuales están muy relacionados con la calidad y la productividad, estos son: eficiencia, efectividad y eficacia, pues permiten dar razón del grado de cumplimiento de actividades y utilización de recursos necesarios para conseguir los objetivos. A continuación registramos los índices de productividad.

- **Índices de Productividad de calcetines de bebés:**

Calculamos los principales indicadores de productividad de la línea de calcetines de bebé que nos servirá de referencia para evaluar el impacto de la mejora. Estos indicadores se hallan de acuerdo a un nivel de producción mensual de 1056 docenas de pares de calcetines, hallamos la productividad de la materia prima que en este caso es el hilo nylon, la productividad de M.O, la productividad de los costos indirectos de fabricación (productividad de mano de obra indirecta, energía eléctrica) y la productividad multifactorial.

Tabla 9.- Principales indicadores de línea de bebé

Productividad de hilo nylon		
Productividad de hilo nylon (docena de pares/mes)	1056	17,8 (docena de pares/kilogramos)
Consumo de hilo nylon (kilogramos/mes)	59,33	
Productividad de mano de obra		
Productividad de calcetiones(docena de pares/mes)	1056	3,0 (docena de pares/kilogramos)
Mano de obra (horas hombre/mes)	353	
Productividad de costo indirecto de fabricación		
Producción de calcetines (docena de pares/mes)	1056	0,7 (docena de pares/kilogramos)
Costo indirecto de fabricación (soles/mes)	1410	
Productividad multifactor		
Producción de calcetines (docena de pares/mes)	1056	0,4 (docena de pares/kilogramos)
Suma de factores (soles/mes)	2821	

Fuente: Empresa Textiles Betex

Luego hallamos la productividad de la línea, como observamos por cada sol invertido para producir obtenemos 0.207 docenas de pares de calcetines de Bebé

Tabla 10. Productividad de línea de bebé

Productividad de la línea de bebé

C o s t o s	Materia prima (hilo nylon)	S/. 1.248,00
	Insumos (hilo para remalle)	S/. 2,00
	Empaquetado (bolsas, etiquetas y cintas)	S/. 401,00
	Mano de obra	S/. 1.573,00
	Costos indirectos de fabricación	S/. 1.410,00
	Servicio de teñido	S/. 237,00
Costo total		S/. 4.871,00
R a t i o s	Producción bruta (docenas de pares)	1056
	Producción neta (docenas de pares)	1010
	Docenas defectuosas	46
	Costo unitario por docena	4,82
	Productividad de la línea (docena de pares/soles)	0,207

Fuente: Empresa Textiles Betex



- **Índices de Productividad de calcetines de damas:**

Igualmente obtenemos los indicadores de la línea de producción de dama de acuerdo al nivel de producción de 594 docenas de pares de calcetines.

Tabla 11.- Principales Indicadores de Línea de Damas

Productividad de hilo nylon		
Productividad de hilo nylon (docena de pares/mes)	594	4,0 (docena de pares/kilogramos)
Consumo de hilo nylon (kilogramos/mes)	148,5	
Productividad de mano de obra		
Productividad de calcetiones(docena de pares/mes)	594	2,4 (docena de pares/kilogramos)
Mano de obra (horas hombre/mes)	243	
Productividad de costo indirecto de fabricación		
Producción de calcetines (docena de pares/mes)	594	0,5 (docena de pares/kilogramos)
Costo indirecto de fabricación (soles/mes)	1298	
Productividad multifactor		
Producción de calcetines (docena de pares/mes)	594	0,1 (docena de pares/kilogramos)
Suma de factores (soles/mes)	4103	

Fuente: Empresa Textiles Betex

Como observamos en la siguiente tabla por cada sol invertido para producir obtenemos 0.088 docenas de pares de calcetines de damas.

Tabla 12. Productividad de la línea de dama

C o s t o s	Materia prima (hilo nylon)	S/. 3.142,00
	Insumos (hilo para remalle)	S/. 18,00
	Empaquetado (bolsas, etiquetas y cintas)	S/. 362,00
	Mano de obra	S/. 961,00
	Costos indirectos de fabricación	S/. 1.298,00
	Servicio de teñido	S/. 594,00
Costo total		S/. 6.375,00
R a t i o s	Producción bruta (docenas de pares)	594
	Producción neta (docenas de pares)	559
	Docenas defectuosas	35
	Costo unitario por docena	11,41
	Productividad de la línea (docena de pares/soles)	0,088

Fuente: Empresa Textiles Betex

- **Índice de Productividad de calcetines de caballeros:**

Para la línea de caballeros también obtenemos los indicadores productividad de acuerdo a un nivel de producción de 669 docenas de pares de calcetines.

Tabla 13.- Principales indicadores de línea de caballero

Productividad de hilo nylon		
Productividad de hilo nylon (docena de pares/mes)	669	3,5 (docena de pares/kilogramos)
Consumo de hilo nylon (kilogramos/mes)	188,98	
Productividad de mano de obra		
Productividad de calcetiones(docena de pares/mes)	669	2,1 (docena de pares/kilogramos)
Mano de obra (horas hombre/mes)	313	
Productividad de costo indirecto de fabricación		
Producción de calcetines (docena de pares/mes)	669	0,4 (docena de pares/kilogramos)
Costo indirecto de fabricación (soles/mes)	1591	
Productividad multifactor		
Producción de calcetines (docena de pares/mes)	669	0,1 (docena de pares/kilogramos)
Suma de factores (soles/mes)	5137	

Fuente: Textiles Betex

En esta línea por cada sol invertido para producir obtenemos 0.080 docenas de pares de calcetines de caballeros.

Tabla 14. Productividad de la línea de caballero

C o s t o s	Materia prima (hilo nylon)	S/. 3.995,00
	Insumos (hilo para remalle)	S/. 19,00
	Empaquetado (bolsas, etiquetas y cintas)	S/. 488,00
	Mano de obra	S/. 1.142,00
	Costos indirectos de fabricación	S/. 1.591,00
	Servicio de teñido	S/. 755,00
Costo total		S/. 7.990,00
a t i v o s	Producción bruta (docenas de pares)	699
	Producción neta (docenas de pares)	641
	Docenas defectuosas	28
	Costo unitario por docena	12,46
	Productividad de la línea (docena de pares/soles)	0,080

Fuente: Empresa Textiles Betex

En el siguiente gráfico se muestra la productividad actual de las 3 líneas

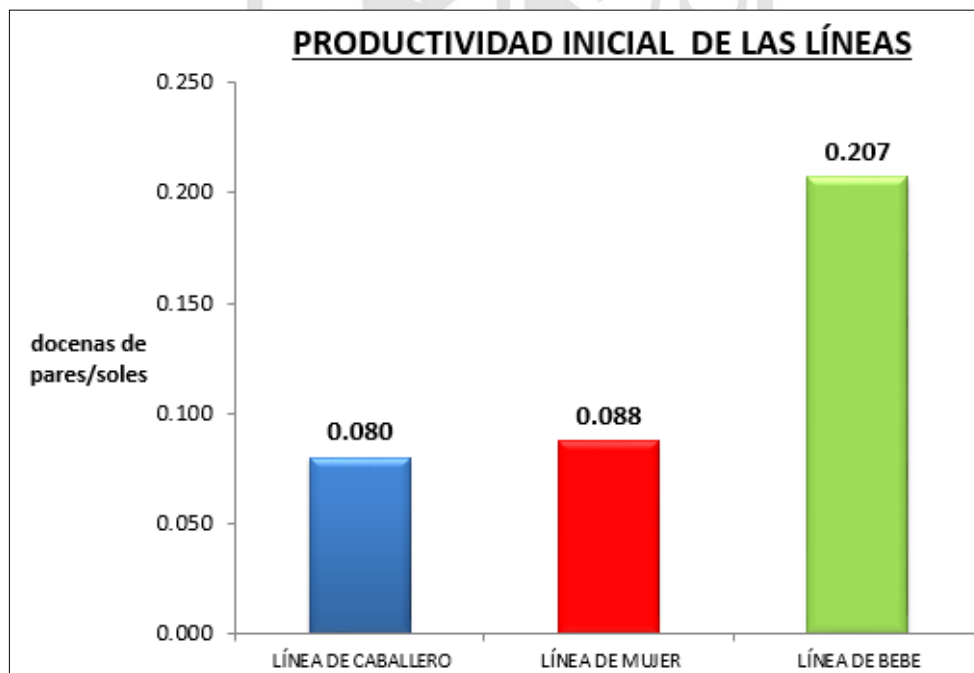


Gráfico 6.- Productividades de las 3 líneas de producción

Fuente: Textiles Betex

- **Eficiencia de las líneas de producción:**

Detallamos a continuación las eficiencias de cada línea como se observa la línea de caballeros tiene la eficiencia más alta con un 75%.

Tabla 15. Eficiencia de líneas de producción

Tipo de calcetín	Dama	Bebé	Caballero
Producción real Marzo (docena de pares/mes)	594	1056	669
Capacidad efectiva de línea (docena de pares/mes)	857	1666	895
Eficiencia de línea (%)	69%	63%	75%

Fuente: Textiles Betex

- **Eficacia:**

Para hallar la eficacia total de las líneas se calculó las 3 eficacias:

$$\text{EFICACIA TOTAL} = \text{Eficacia Operativa} \times \text{Eficacia en Tiempo} \times \text{Eficacia Cualitativa}$$

- **Eficacia Operativa:**

Está dada por la relación porcentual entre el logro obtenido es decir las docenas de pares reales producidas y la meta propuesta de producción. La eficacia operativa es necesaria, pero no suficiente, ya que es sólo un componente de la Eficacia total.

Tabla 16. Eficacia operativa de líneas

Tipo de calcetín	Producción real	Producción objetiva	Eficacia operativa	Unidad
Calcetín de caballero	669	777	86%	Docena de pares producidas/docena de pares objetivo
Calcetín de bebé	1056	1206	88%	
Calcetín para damas	594	682	87%	

Fuente: Textiles Betex

- **Eficacia en el tiempo:**

Esta eficiencia se obtiene de la división de los días planeados para cierta cantidad de producción entre los días reales empleados para producir.

Tabla 17. Eficacia en el tiempo de líneas

Tipo de calcetín	Días planeados	Días empleados	Eficacia en el tiempo	Unidad
Calcetín de caballero	16	22	72,73%	días planeados/días empleados
Calcetín de bebé	14	22	63,64%	
Calcetín para damas	15	22	68,18%	

Fuente : Textiles Betex

- **Eficacia Cualitativa:**

Esta se halló en base a una encuesta realizada a nuestros clientes para saber cuán eficaces estamos siendo con nuestra atención.

Tabla 18. Eficacia Cualitativa de Líneas

Tipo de calcetín	Puntaje real	Puntaje ideal	Eficacia cualitativa
Calcetín de caballero	3,8	5	76,00%
Calcetín de bebé	3,9	5	78,00%
Calcetín para damas	3,4	5	68,00%

Fuente : Textiles Betex

Un resumen de las eficacias por cada línea de producción:

Tabla 19 .Eficacia de las 3 líneas de producción

Línea	Eficacia
Caballero	47.59%
Bebé	43.46%
Dama	40.38%

Fuente : Textiles Betex

• **Efectividad :**

Hallamos la efectividad de cada línea de producción, multiplicando la eficiencia por la eficacia, la línea más efectiva es la de caballero seguido por la línea de dama y por último la de bebé.

Tabla 20. Efectividad de líneas

Línea de producción	Efectividad
Caballeros	35.6%
Bebé	27.5%
Dama	28.0%

Fuente : Textiles Betex

3.1.1.4 Aspecto organizacional:

La Impuntualidad:

En el aspecto organizacional, Betex no contrata a sus trabajadores de forma estable solo se llega a un acuerdo laboral de palabra y aplica un sistema de pago al destajo por cada docena de calcetines terminada.

Este tipo de acuerdo laboral genera falta de compromiso en los operarios que sumado a la falta de control, supervisión e incentivos en las actividades que realizan nos encontramos frente a un problema de impuntualidad, ya que los operarios llegan en reiteradas ocasiones tarde y cuando se ausentan no avisan con anticipación generando retrasos en el inicio de la producción o acumulación de trabajo.

Considerando un aspecto relevante a estudiar por afectar directamente el cumplimiento de la producción y el clima laboral calculamos el total de tiempo perdido mensual por ausentismo o tardanzas.

Para dicho cálculo se elaboró un formato de asistencia donde se registró por colaborador el día de trabajo, el horario de su jornada tanto ingreso como salida, obteniendo luego el total de minutos perdidos por inasistencia, salidas antes de su hora y faltas.

Tabla 21. - Total de minutos perdidos durante el mes de Marzo

Operario	Minutos perdidos	Tardanzas	Faltas por mes
Operario 1	1127	14	3
Operario 2	608	14	2
Operario 3	523	16	1
Total	2258	44	6

Fuente : Elaboración propia

3.1.2 Definición del problema:

Para obtener una visión global y estructurada de las causas que generan el problema en el área de producción de la empresa, primero aplicamos la técnica del Brainstorming, identificamos las causas principales y luego las clasificamos en las cuatro categorías del diagrama de Ishikawa (método, mano de obra, maquinaria y medición) pasando así a determinar con exactitud el problema: baja productividad en el área de producción de calcetines.

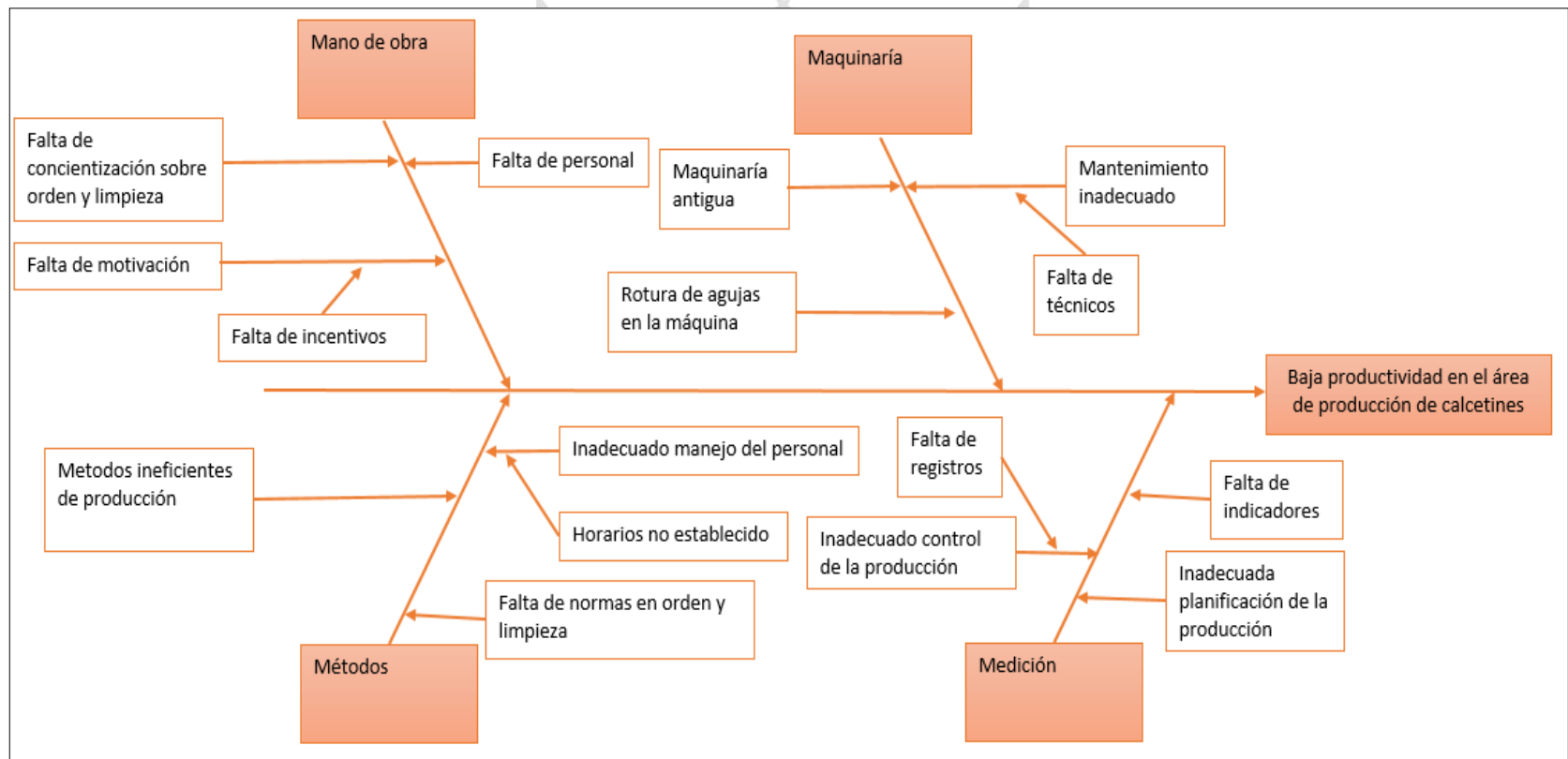


Gráfico 7 .Diagrama de Ishikawa del problema

Fuente: Bonilla (2012)

3.1.2.1 Causas del problema:

Después de clasificar las causas mediante el Diagrama de Ishikawa, identificamos 4 causas directas que ocasionan el problema de la baja productividad:

- Deficiente gestión de la producción:

Encontramos que no existe una gestión adecuada de la producción, porque se realiza una planificación de la producción estimando tiempos de forma empírica ocasionando que en algunos casos no se logre cumplir con la demanda, es por eso que en algunos meses la demanda es mayor a la producción, por otro lado se desconoce la capacidad productiva de la planta, esto es ocasionado porque no se cuenta con data exacta de los tiempos de las operaciones, ni de los ratios de las máquinas, etc.

Así mismo no se realiza un control adecuado de la producción porque no se cuenta con un registro físico donde se pueda contabilizar las unidades producidas ya sea de forma diaria o semanal, esto nos ocasiona que en muchos casos no se pueda cumplir con la entrega de pedidos a los clientes o se tenga que comprar a otros fabricantes de calcetines para cumplir con algunos pedidos ocasionando a veces diferencias en la calidad de los productos.

Las razones principales por las cuales no se realizan estas actividades de planificación son la demanda de tiempo y también, el desconocimiento de métodos de planificación de la producción. Además, si un empresario textil no cuenta con los conocimientos suficientes para realizar una planificación adecuada puede recurrir a sistemas de información que le ayuden a realizar esta labor de gestión; sin embargo, el costo de estas herramientas es demasiado alto para este tipo de empresas.

- Inadecuado Manejo del personal:

El sistema de pago a los operarios en la empresa es el denominado al destajo, por docena de pares trabajadas, al no registrar ni contar con un registro de producción diario no se sabe cuán productivos son realmente o si se les está abonando de manera adecuada, ya que se les cancela según informan y por otro lado no se realiza un control de la asistencia del personal, cuando el personal se ausentan no informar con anticipación, generando retrasos de la producción.

- Inadecuada distribución de planta:

Otro causa importante de la baja productividad es el desorden en el que opera la planta, pues no cuenta con áreas establecidas de trabajo, ni se tiene un lugar adecuado para el almacenamiento de las materias primas y los productos en proceso, estos obstaculizan el normal desarrollo del proceso productivo al limitar el espacio de los operarios .

Asimismo encontramos objetos innecesarios o desechos que no forman parte del proceso productivo (cajas vacías, bandejas, taladro), algunas herramientas como taladro y esmeril, no tienen un ubicación determinada donde colocarse por eso se coloca donde se considere conveniente.

También observamos la presencia de maquinaria que se encuentra inoperativa por estar averiada dentro del área de producción y que no se sabe con certeza cuando estarán en buen funcionamiento ya que algunos repuestos de las máquinas se tienen que traer de otro país al ser esta maquinaria de origen extranjera y antigua generando un costo elevado para la empresa, o también por la falta de técnicos especializados en la reparación de estas máquinas, para lo cual por el momento creemos que se debe considerar una mejor disposición en el sentido de la ubicación de esta maquinaria.



Ilustración 16. Desorden en la planta

Fuente: Empresa Textiles Betex

- **Baja eficiencia de la maquinaria:**

Por no realizarles un mantenimiento preventivo a las máquinas tejedoras suelen averiarse constantemente ocasionando paradas por largo tiempo, ya que como habíamos explicado hay escasez de técnicos especializados en su reparación y el cambio de piezas demora por ser piezas de origen extranjero.

Esta maquinaria también al no contar con un sistema de lubricación automático, necesita ser lubricado de forma manual por parte del operario para evitar fricción y rotura de piezas como es el caso de agujas y sliders, sin embargo al no estar bien informados y capacitados en temas de mantenimiento no le toman la importancia del caso.

Así mismo como parte del estudio detectamos un volumen considerable en docenas defectuosas, que al ser descartadas se venden por kilos, se evaluó las operaciones de los procesos productivos para identificar de donde provienen estas docenas, se realizó una diagrama de causa y efecto donde clasificamos las causas y obtuvimos las de mayor incidencia. En el gráfico 8 mostramos las

docenas defectuosas en el año 2011 y observamos que la mayor cantidad de defectuosas son de pares de bebés. Los calcetines defectuosos representan aproximadamente el 5% de la producción total.

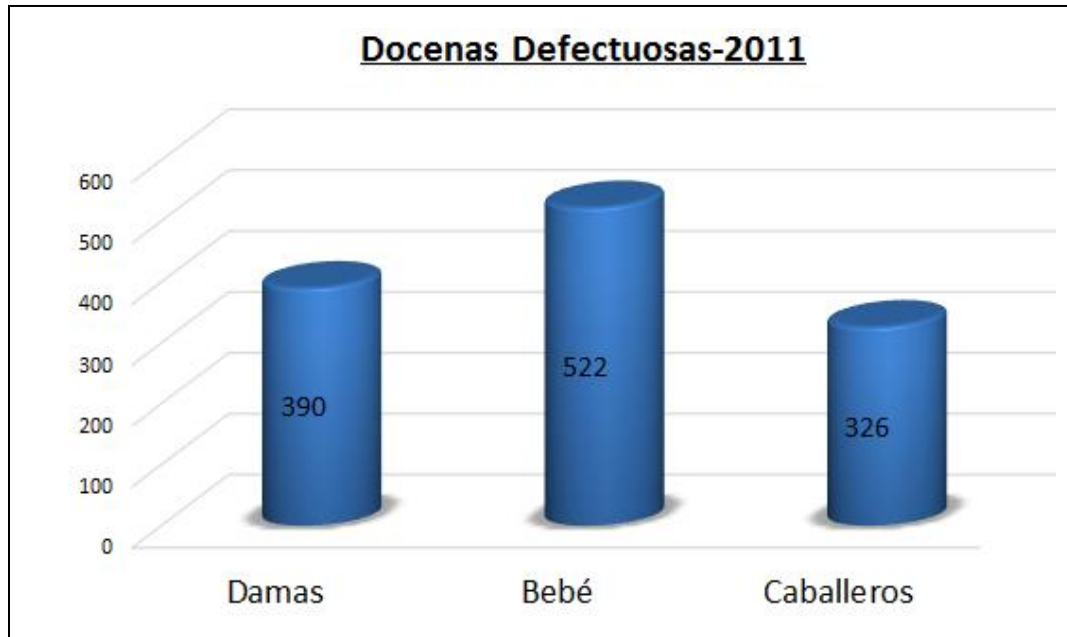
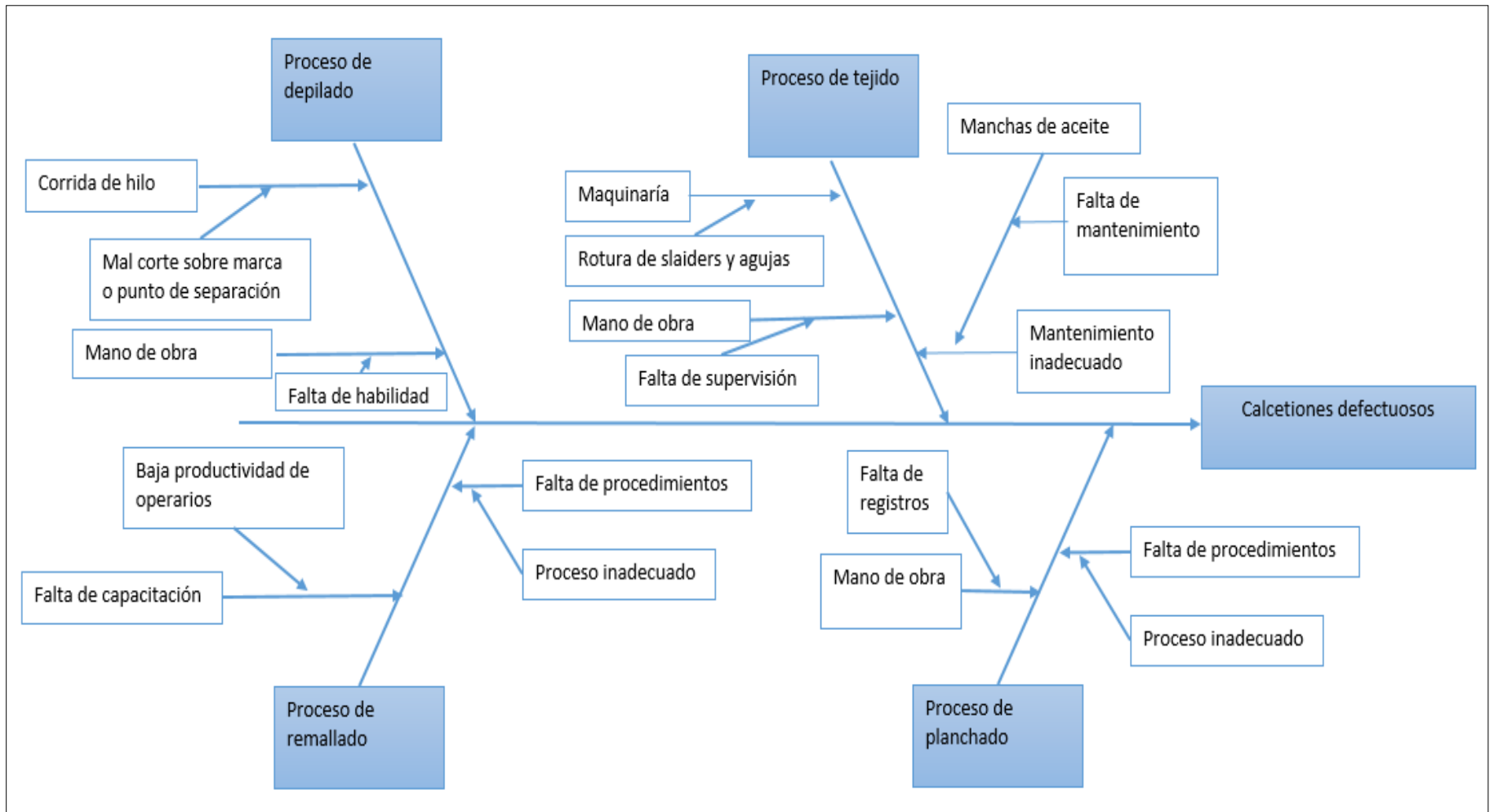


Gráfico 8. Volumen de docenas defectuosas
Fuente: Textiles Betex

Para identificar las principales causantes de las docenas defectuosas durante el proceso, aplicamos nuevamente el diagrama de Ishikawa.

Gráfico 9. Diagrama de Ishikawa de calcetines defectuosos



Fuente: Bonilla

Luego contabilizamos cada causa según el número de veces ocurrida en un período de tiempo y con la gráfica de Pareto obtuvimos la siguiente tabla.

Tabla 22. Factores que generan docenas defectuosas

MATRIZ PARA EL GRÁFICO DE PARETO				
Factores de Estudio	Incidencias	Acumulado de Incidencias	Porcentaje de Incidencias	Acumulado de %
Rotura de agujas y de sliders en M.T	66	66	60,55%	60,55%
Medias manchadas por aceite en M.T	22	88	20,18%	80,73%
Rotura del hilo en la maquina de tejido	16	104	14,68%	95,41%
Calcetín quemado por planchado	5	109	4,59%	100,00%
TOTAL	109		100%	

Fuente: Textiles Betex

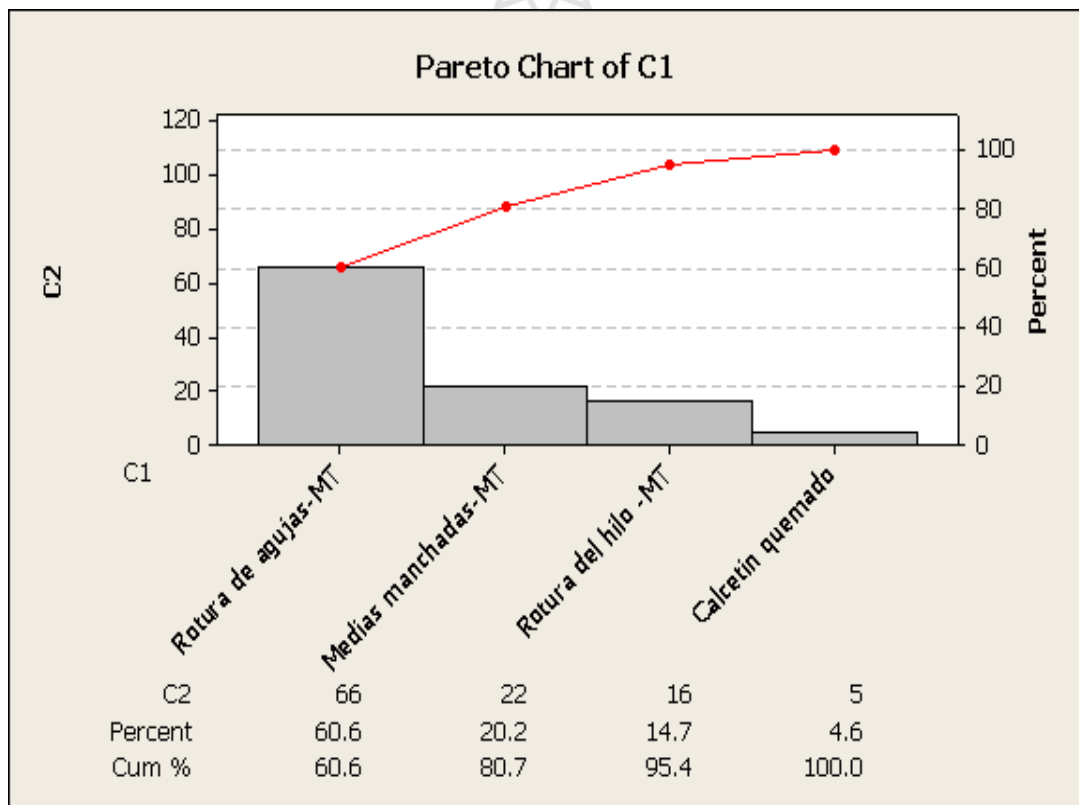


Gráfico 10. Clasificación de importancia de factores

Fuente: Minitab 16B

Detectamos que las causas principales por la que se generan calcetines defectuosos es por rotura de agujas y sliders en la máquinas tejedoras, esto debido a que las máquinas tejedoras son antiguas y al no efectuarse un adecuado

mantenimiento están propensas a sufrir este tipo de incidentes, al romperse las agujas el acabado de las medias no se forman según el modelo establecido o deja espacios entre el tejido que forman los calcetines.

Otra causa importante son los calcetines manchados, ya que al lubricar las piezas de las tejedoras de forma manual ocurren derrames de aceite de algunas piezas sobre el tejido de los calcetines, el aceite gotea sobre las tiras de calcetines que se encuentran en la parte inferior en los depósitos de las máquinas manchándolas de grasa, según el nivel de derrame estas se pueden mandar teñir para no descartarlas.



3.1.2.2 Árbol de problemas

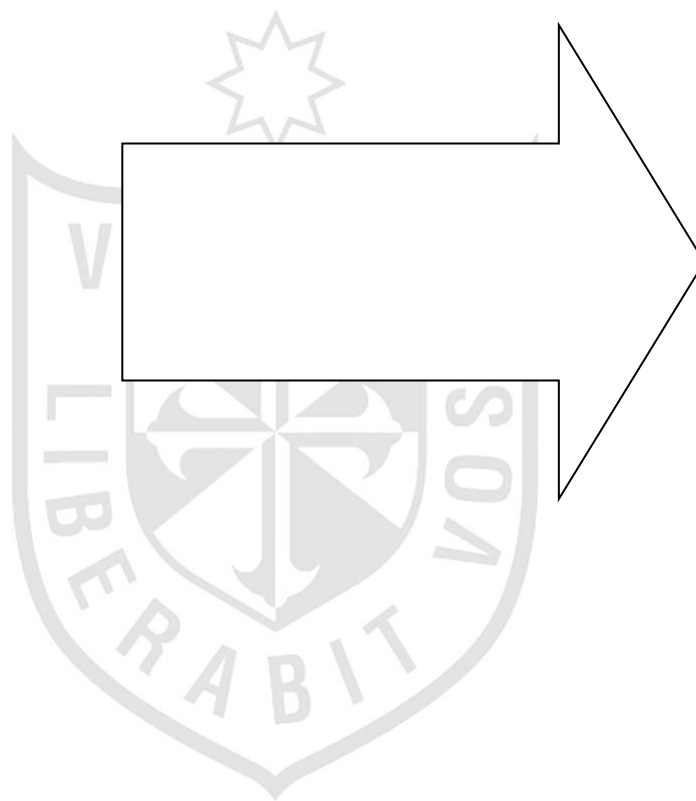


Gráfico 11. Árbol de Problemas
Fuente: Elaboración Propia

3.1.2.3 Árbol de objetivos

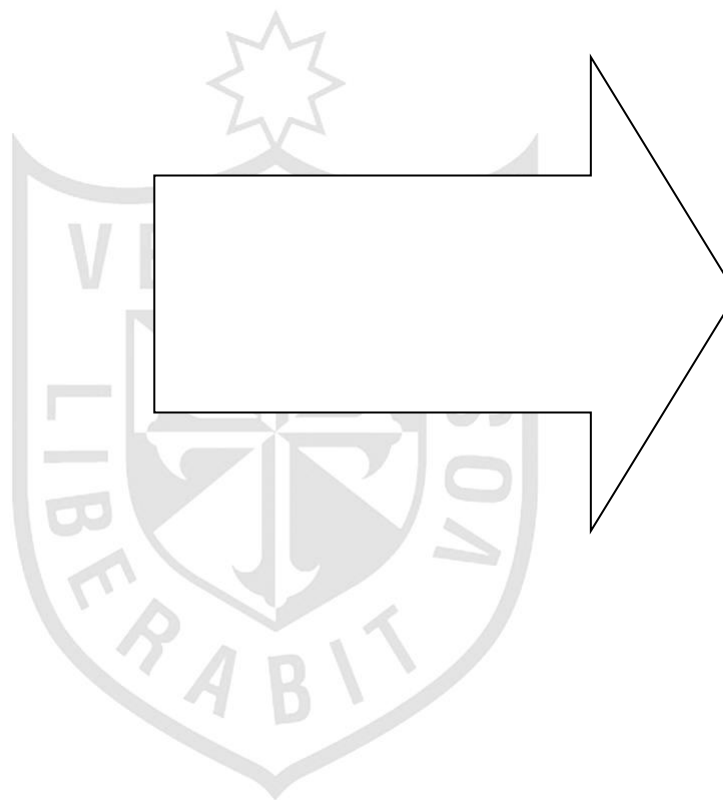


Gráfico 12. Árbol de Objetivos

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3 Plan de mejora:

Con la aplicación de los 5W, se definió como combatir cada causa de la baja productividad en la empresa

Tabla 23.- 5W

PLAN DE MEJORAMIENTO 5WH						
Causa Raíz	QUÉ	QUIÉN	CUANDO	DONDE	PORQUÉ	CÓMO
Retraso en entrega de pedidos	Optimizar el tiempo de entrega de pedidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisor de Operaciones • Gerente de la empresa • Claudia Salinas • Carlos Quiñónez 	Junio-Agosto	Área de Tejido	<ul style="list-style-type: none"> – Reclamos de clientes. – Pérdida de clientes. – Pérdida de ingresos. – Mala Reputación de la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> – Planificación de la producción – Organización del trabajo. – Reducción de averías en maquinaria. – Mejor distribución de planta
Docenas Defectuosas	Reducir la cantidad de unidades defectuosas	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisor de Operaciones • Gerente de la empresa • Claudia Salinas • Carlos Quiñónez 	Junio-Agosto	Área de Tejido	<ul style="list-style-type: none"> – Averías en la maquinaria. – Costos adicionales. – Mejorar la calidad de los calcetines. 	<ul style="list-style-type: none"> – Plan de Mantenimiento Preventivo. – Reducción de averías en maquinaria. – Realización de Mantenimiento Autónomo.
Inadecuada Distribución de Planta	Mejorar el orden de la planta y proponer nueva distribución de planta	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisor de Operaciones • Gerente de la empresa • Claudia Salinas • Carlos Quiñónez 	Junio-Agosto	Área de Producción en general	<ul style="list-style-type: none"> – Desorden de áreas. – Utilización inadecuada del espacio. – Pasillos congestionados. – Objetos innecesarios. 	<ul style="list-style-type: none"> – Implementación de las 5"5". – Charlas Informativas. – Estudio de distribución actual – Elaboración sistemática de nueva distribución.

Causa Raíz	QUÉ	QUIÉN	CUANDO	DONDE	PORQUÉ	CÓMO
Inadecuada Planificación de la Producción	Planificar y Controlar la producción.	<ul style="list-style-type: none"> Supervisor de Operaciones. Gerente de la empresa. Claudia Salinas Carlos Quiñónez 	Junio-Agosto	Área de Producción en general	<ul style="list-style-type: none"> Reclamos de clientes. Inadecuada asignación de operaciones. Tercerización de productos. Incumplimiento de pedidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Planificación de la producción. Organización del trabajo. Realización de metodología Poka Yoke. Proyección de Ventas.
Impuntualidad de Operarios	Fomentar la responsabilidad en nuestros operarios.	<ul style="list-style-type: none"> Supervisor de Operaciones. Gerente de la empresa. Claudia Salinas Carlos Quiñónez 	Junio-Agosto	Área de Producción en general	<ul style="list-style-type: none"> Insatisfacción de operarios. Faltas en los días laborales. Incumplimiento de la producción. 	<ul style="list-style-type: none"> Charla informativa. Actividades de motivación.
Maquinaria Ineficiente	Mejorar la eficiencia de la maquinaria.	<ul style="list-style-type: none"> Supervisor de Operaciones. Gerente de la empresa. Claudia Salinas Carlos Quiñónez 	Junio-Agosto	Área de Tejido Área de Planchado	<ul style="list-style-type: none"> Docenas defectuosas. Incremento de costos. Demoras en la producción. 	<ul style="list-style-type: none"> Charlas y programación de mantenimiento Preventivo. Charlas acerca de Mantenimiento autónomo

Fuente: Textiles Betex

3.1.4 Evaluación cuantitativa Inicial de las causas:

Para evaluar el alcance de la mejora en relación a las causas, analizamos el estado inicial de la distribución de planta, la maquinaria del proceso y la motivación de los empleados en forma cuantitativa para comparar el estado final luego de las acciones de mejora.

3.1.4.1 Distribución de planta:

Actualmente la empresa Textiles Betex se encuentra en búsqueda de una mejor forma de trabajo en cuanto al orden y limpieza, de manera que se puedan realizar las operaciones sin ninguna incomodidad y pérdidas de tiempo. Para ello realizamos inicialmente una evaluación de las 5'S mediante un cuestionario el cual nos indicó el estado en que encontramos la planta.

Tabla 24.- Evaluación 5S

5 "S"	N	Inspección	Puntos (0 al 4)
Clasificación (seiri)	1	¿Existen productos, materiales o procesos innecesarios?	1
	2	¿Existen máquinas o equipos innecesarios?	2
	3	¿Existen herramientas, documentos o muebles que no se utilicen?	1
	4	¿Está ubicado lo innecesario en un solo lugar?	2
	5	¿Existen reglas o normas para separar las cosas innecesarias?	1
Orden (seiton)	1	¿Está indicado o señalado los lugares donde se ubican las cosas?	1
	2	¿Se encuentra indicado o señalado el nombre de las cosas, herramientas o equipos?	2
	3	¿Se indican o señalan las cantidades o volúmenes máximos y mínimos?	1
	4	¿Existe la costumbre o norma de devolver las cosas a su lugar de origen?	2
	5	¿Existen líneas divisoras para separar los espacios?	0
Limpieza (seiso)	1	¿Existen desperdicios de materiales en el suelo?	2
	2	¿Las máquinas se encuentran limpias? (goteos, cables sueltos, otros)	1
	3	¿Se inspeccionan las máquinas cuando se realiza la limpieza?	1
	4	¿Se tiene la costumbre de limpiar las áreas de trabajo?	2
	5	¿Cada trabajador estable tiene su lugar designado para limpiar?	0
Estandarización (seiketsu)	1	¿El trabajador tiene uniformes limpios y ordenados?	2
	2	¿En el área de trabajo hay polvo, olores perjudiciales a la salud?	4
	3	¿La iluminación es buena?	2
	4	¿Se tiene los implementos para realizar la limpieza y/o aseo personal?	4
	5	¿Existe cronograma de actividades para cumplir con las 3 primeras "S"?	0
	1	¿El trabajador utiliza implementos de seguridad?	2

Mantenimiento y limpieza (shitzuke)	2	¿Existe saludo o compañerismo entre los trabajadores?	3
	3	¿Se cumple con los horarios de trabajo?	0
	4	¿Existe un programa de capacitación en 5 "S"?	0
	5	¿El trabajador cumple con las normas de la empresa?	2

Fuente: Textiles Betex

Tabla 25. Puntaje

Puntaje	Valoración
0	muy malo
1	Malo
2	Regular
3	Bueno
4	muy bueno

Fuente: Textiles Betex

Luego de obtener los resultados realizamos gráficas comparativas del estado actual de la planta y lo que se desea alcanzar después de haber implementado la metodología, ya que cada "S" tiene un objetivo en particular:

- Seiri: Con respecto a la clasificación de herramientas, equipos, utensilios necesarios en las áreas de trabajo.
- Seiton: Respecto al orden de las herramientas, equipo, maquinaria.
- Seiso: Referente a la limpieza de la planta.
- Seiketsu: Señalización de anomalías.
- Shitzuke: Mantenimiento de disciplina.



Gráfico 13. Puntaje clasificación –Betex

Fuente: Textiles Betex

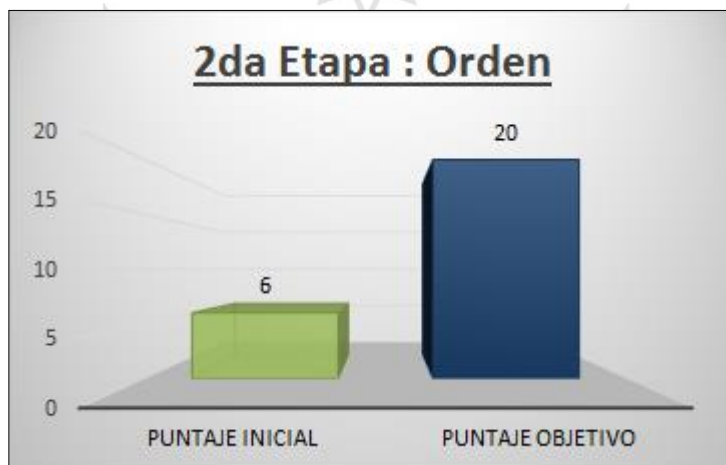


Gráfico 14. Puntaje orden- Betex

Fuente: Textiles Betex



Gráfico 15. Puntaje limpieza –Betex

Fuente: Textiles Betex



Gráfico 16. Puntaje estandarización

Fuente: Textiles Betex



Gráfico 17. Puntaje disciplina-Betex

Fuente: Textiles Betex

Hacemos una evaluación y observamos que se necesita implantar de manera urgente la metodología 5´S para un mejor desempeño de las operaciones y por el bienestar del personal.

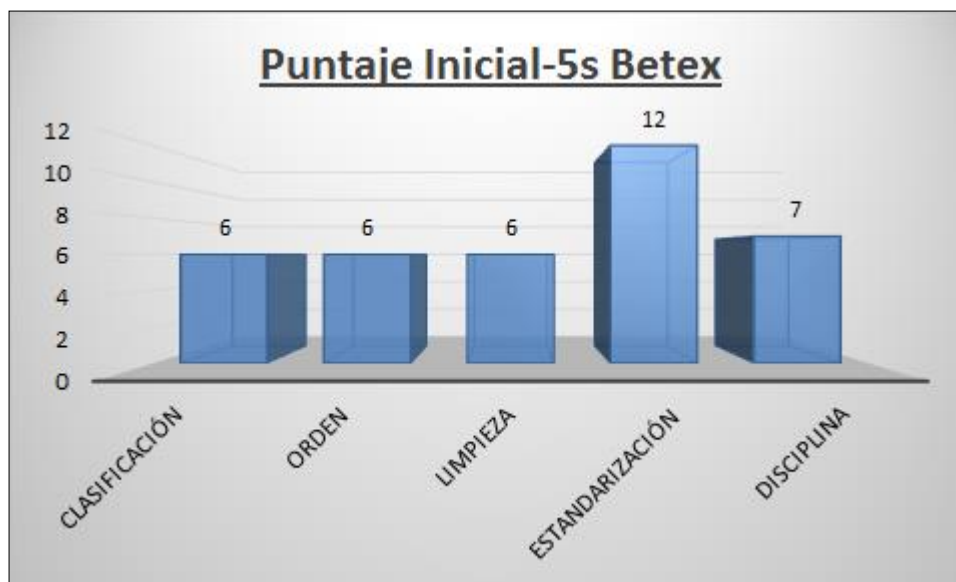


Gráfico 18.-Puntaje inicial 5S- Betex

Fuente: Textiles Betex

En los siguientes apartados se evaluó el estado general de la planta según los factores de la distribución de planta así como él porque es necesario proponer una nueva distribución, si un tercio de estos requieren una respuesta afirmativa si existen muchas posibilidades de obtener beneficios mejorando la distribución. Si son dos tercios los que pueden contestarse si, los beneficios de una redistribución son casi ciertos, así mismo se pudo identificar donde se encuentran los problemas.

Tabla 26. Necesidades para una mejor distribución: factor material

1.- Material	Si	No
Altos porcentajes de piezas rechazadas.	X	
Grandes cantidades de piezas averiadas, estropeadas o destruidas en proceso pero no en las operaciones productivas.		X
Entregas interdepartamentales lentas.	X	
Artículos voluminosos, pesados o costosos, movidos a mayores distancias que otros más pequeños, más ligeros o menos caros.		X
Material que se extravía o que pierde su identidad.		X

Tiempo excesivamente prolongado de permanencia del material en proceso, en comparación con el tiempo real de operación.	X	
---	---	--

Fuente: Textiles Betex

Tabla 27. Necesidades para una mejor distribución: factor maquinaria

2.- Maquinaria	Si	No
Maquinaria Inactiva.	X	
Muchas averías de maquinaria.	X	
Maquinaria anticuada.	X	
Equipo que causa excesiva vibración, ruido, suciedad, vapores.		X
Equipo demasiado largo, ancho o pesado para su ubicación.	X	
Maquinaria y equipos inaccesibles.		X

Fuente: Textiles Betex

Tabla 28 . Necesidades para una mejor distribución: factor hombre

3.- Personal de trabajo	Si	No
Condiciones de trabajo poco seguras o elevada proporción de accidentes.		X
Área que no se ajusta a los reglamentos de seguridad, de edificación o contra incendios.	X	
Quejas sobre condiciones de trabajo incómodas.		X
Excesiva variación de personal.		X
Trabajadores de pie, ocioso o paseando gran parte de su tiempo.	X	
Equívocos entre operarios y personal de servicios.	X	
Trabajadores calificados pasando gran parte de su tiempo realizando operaciones de servicio por mantenimiento.		X

Fuente: Textiles Betex

Tabla 29. Necesidades para una mejor distribución: factor movimiento

4.- Movimiento, manejo de materiales	Si	No
Retrocesos y cruces en la circulación de los materiales.	X	
Operarios calificados o altamente pagados, realizando operaciones de manipulación.	X	
Gran porcentaje del tiempo de los operarios invertido en operarios, invertido en recoger y dejar materiales o piezas.	X	
Frecuentes acarreos y levantamientos a mano.		X
Frecuentes movimientos de levantamiento y traslado que implican esfuerzo o tensión indebidos.	X	
Operarios esperando a los ayudantes que los secunden en el manejo manual, o esperando los dispositivos de manejo.		X
Operarios forzados a sincronizarse con el equipo de manejo.		X
Traslados a larga distancia.		X
Traslados demasiados frecuentes.	X	

Equipo de manejo inactivo y/o manipuladores ociosos.	X	
Congestión en los pasillos.	X	
Manejos excesivos y transferencias.	X	

Fuente: Textiles Betex

Tabla 30. Necesidades para una mejor distribución: factor espera

5.- Espera y almacenamiento	Si	No
Se observa grandes cantidades de almacenamiento de todas clases.	X	
Gran número de pilas de material en proceso, esperando.	X	
Confusión, congestión, zonas de almacenaje disforme o muelle de recepción y embarque atiborrados.	X	
Operarios esperando material en los almacenes o en los puestos de trabajo.	X	
Poco aprovechamiento de la tercera dimensión en las áreas de almacenaje.	X	
Elementos de almacenamiento inseguro e inadecuado.	X	
Manejo excesivo en las áreas de almacén o repetición de las operaciones de almacenamiento.		X
Frecuentes errores en las cuentas o en los registros de existencias.	X	
Elevados costos en demoras y esperas de los conductores de carretillas.		X

Fuente: Textiles Betex

Tabla 31 . Necesidades para una mejor distribución: factor servicio

6.- Servicio	Si	No
Personal pasando por los vestuarios, lavados entradas y accesos establecidos.		X
Quejas sobre las instalaciones por inadecuadas.	X	
Puntos de inspección o control en lugares inadecuados.	X	
Inspectores y elementos de inspección y pruebas ociosas.	X	
Entregas retrasadas de material a las áreas de producción.	X	
Número desproporcionadamente grande de personal empleado en recoger desechos, desperdicios y rechazos.		X
Demoras en las reparaciones.	X	
Costos de mantenimientos indebidamente altos.	X	
Líneas de servicios auxiliares que se rompen o averían frecuentemente.		X
Trabajadores realizando sus propias ampliaciones o modificaciones en el cableado, tuberías, conductos u otras líneas de servicio.	X	
Elevada proporción de empleados y personal de servicio en relación con los trabajadores de producción.		X
Número excesivo de reordenaciones del equipo, precipitadas o de emergencia.		X

Fuente: Textiles Betex

Tabla 32. Necesidades para una mejor distribución: factor edificio

7.- Edificio	Si	No
Paredes u otras divisiones separando áreas con productos, operaciones o equipos similares.		X
Abarrotamiento de los montacargas o excesiva espera.		X
Quejas referentes a calor, frío o deslumbramientos de las ventajas.		X
Pasillos principales, pasos y calles, estrechos o torcidos.	X	
Edificios esparcidos, sin ningún patrón.		X
Edificios atestados. Trabajadores interfiriéndose unos en el camino de otros, almacenamiento o trabajo en los pasillos, áreas de trabajo abarrotadas, especialmente si el espacio en las áreas colindantes es abierto.	X	
Peticiones frecuentes de más espacios.	X	

Fuente: Textiles Betex

Tabla 33.- Necesidades para una mejor distribución: factor cambio

8.- Cambio	Si	No
Cambios anticipados o corrientes en el diseño de productos, materiales mayores producción, variedad de productos.		X
Cambios anticipados o corrientes en los métodos, maquinaria o equipo.		X
Cambios anticipados o corrientes en el horario de trabajo, estructura de la organización, escala de pagos o clasificación del trabajo.		X
Cambios anticipados o corrientes en los elementos de manejo y de almacenaje, servicios de apoyo a la producción, edificios o características de emplazamiento.		X

Fuente: Textiles Betex

Finalizando la evaluación de los apartados se obtuvo un 53% de respuestas positivas que significan 34 respuestas del total, que nos llevó a concluir que existen muchas posibilidades de obtener beneficios mejorando la distribución.

3.1.4.2 La Maquinaria:

En esta parte de la tesis mediante la aplicación de la técnica del AMFE buscamos establecer una jerarquización de los problemas y corregir los fallos de las maquinarias, también hallamos la capacidad de la maquinaria y su efectividad global inicial.

a. Análisis de modo y efecto de la falla (AMFE):

Según Cuatrecasas (2010) el AMFE es una técnica de prevención, utilizada para detectar por anticipado posibles modos de falla, se utilizó un AMFE de procesos para cada operación del ciclo productivo.

Hallamos el número prioritario de riesgo (NRP) luego de evaluar la gravedad, ocurrencia y detección de los fallos, para priorizar las causas sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de falla.

Tabla 34.-Clasificación según gravedad o severidad de fallo.

Criterio	Valor
ÍNFIMA. El efecto sería imperceptible por el usuario	1
ESCASA. El cliente puede notar un fallo menor pero sólo le provoca una ligera molestia	2-3
BAJA. El cliente nota el fallo y le produce cierto enojo	4-5
MODERADA. El fallo produce disgusto e insatisfacción del cliente	6-7
ELEVADA. El fallo es crítico, originando un alto grado de insatisfacción en el cliente	8-9
MUY ELEVADA. El fallo implica problemas de seguridad o de no conformidad con los reglamentos en vigor	10

Fuente: Librería Hor Dago AMFE: Análisis modal de fallos y efectos.

Tabla 35.-Clasificación según la probabilidad de ocurrencia.

Criterio	Valor
MUY ESCASA probabilidad. Defecto inexistente en el pasado	1
ESCASA. Muy pocos fallos en circunstancias pasadas similares	2-3
MODERADA. Defecto aparecido ocasionalmente	4-5
FRECUENTE. En circunstancias similares anteriores el fallo se presentó con cierta frecuencia	6-7
ELEVADA. El fallo se ha presentado frecuentemente en el pasado	8-9
MUY ELEVADA. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente	10

Fuente: Librería Hor Dago AMFE: Análisis modal de fallos y efectos.

Tabla 36.- Clasificación según la probabilidad de no detección.

Criterio	Valor
MUY ESCASA. El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
ESCASA. El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría raramente escapar a algún control primario, pero sería posteriormente detectado	2-3
MODERADA. El defecto es una característica de bastante fácil detección.	4-5
FRECUENTE. Defectos de difícil detección que con relativa frecuencia llegan al cliente.	6-7
ELEVADA. El defecto es de naturaleza tal, que su detección es relativamente improbable mediante los procedimientos convencionales de control y ensayo	8-9
MUY ELEVADA. El defecto con mucha probabilidad llegará al cliente, por ser muy difícil detectable	10

Fuente: Librería Hor Dago AMFE: Análisis modal de fallos y efectos.

Comenzamos analizando la máquina de tejido siendo está la más grave porque afecta directamente la calidad de los calcetines.

Nombre del Proceso: AMFE máquina de tejido

Tabla 37. Amfe de la máquina de tejido

Modo de Fallo	Efecto	Causas	Método de detección	G.RAV/EDAD	OCCURENCIA	D.DETECCION	NPR inicial	Acciones recomendadas
Rotura de agujas y slider	Tira de calcetines con mal diseño	Desgaste de las piezas de la maquina	Conteo de calcetines defectuosos	1	10	3	30	Mantenimiento Preventivo
Maquinaria derrama aceite	Tira de calcetines manchados con aceite	Maquinas descalibradas	Conteo de calcetines defectuosos	1	9	4	36	Mantenimiento Preventivo
Rotura de hilo en maquina	Calcetín sin terminar y paro de máquina.	Fricción de sujetadores con hilo	Mecanismo de vigilancia a la tensión del hilo	1	9	1	9	Mantenimiento Preventivo
Rotura de Ganchos	Paro de maquina	Por falta de aceite en las piezas que conforman el cilindro	Tiempo de maquinaria parada	1	8	1	8	Mantenimiento autónomo
El contactor se malogra	Calcetín sin terminar y paro de máquina.	Variación de tensión en la maquina	Tiempo de maquinaria parada	1	5	2	10	Mantenimiento Preventivo
La bobina del relevador se malogra	Paro de maquina	Des calibración de la maquina	Tiempo de maquinaria parada	1	3	1	3	Mantenimiento Preventivo
El diodo de separación se malogra	Paro de maquina	Calibración del arranque de la maquina	Tiempo de maquinaria parada	1	4	1	4	Mantenimiento Preventivo
Inadecuada Limpieza en el área	Retraso en la línea de producción	Falla de inspección de calidad	Inspección Visual	1	10	1	10	Capacitación al operario
Los disparadores no reconocen los fallos	Tira de calcetines con mal diseño	Tiempo de vida del disparador cumplido	Conteo de calcetines defectuosos	1	4	4	16	Mantenimiento autónomo

Fuente: Textiles Betex

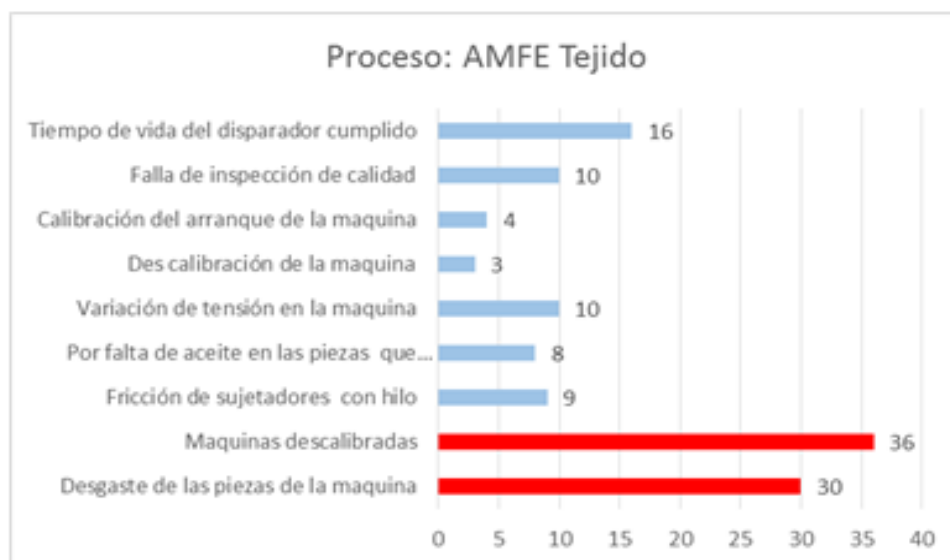


Gráfico 19.Resultados del amfe de tejido

Fuente: Textiles Betex

Preparación y ajuste del proceso de tejido:

Según el amfe de tejido tabla N° 33, el principal modo de fallo en estas máquinas son la rotura de agujas y slaiders así como el derrame de aceite.

Para reducir los calcetines defectuosos, los tiempos de la máquina parada y el costo de operación que se genera por estos fallos, se realizarán las primeras acciones recomendadas para luego comenzar con un mantenimiento preventivo hecho por revisiones que logran un mejor desempeño de la maquinaria.

Tabla 38.Propuestas a desarrollar para amfe de tejido

Causas	Acciones recomendadas	Responsable	Acción tomadas
Desgaste de las piezas de la máquina	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento	Mantenimiento y poka-yoke
Máquinas descalibradas	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento	Mantenimiento y poka-yoke
Fricción de sujetadores con hilo	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento	Mantenimiento y poka-yoke
Falta de aceite en las piezas del cilindro	Mantenimiento autónomo	Mantenimiento	Verificación de accesorios
Variación de tensión en la máquina	Mantenimiento preventivo	Tecnico externo	Ficha de seguimiento
Descalibración de la máquina	Mantenimiento preventivo	Tecnico externo	Ficha de seguimiento
Calibración del arranque de la máquina	Mantenimiento preventivo	Tecnico externo	Ficha de seguimiento
Falla de inpección de calidad	Capacitación al operario	Operaciones	Capacitación al operario 5S
Tiempo de vida del disparador cumplido	Mantenimiento autónomo	Mantenimiento	Verificación de accesorios

Fuente: Textiles Betex

- **Nombre del proceso: AMFE de máquina de depilado**

Tabla 39. AMFE máquina de depilado

Modo de Fallo	Efecto	Causas	Método de detección	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR inicial
Calcetín defectuoso de procesos anteriores.	Calcetín manchado.	Falta de controles de calidad.	Inspección Visual	1	8	3	24
Corte de calcetín mal efectuado.	Calcetín deshilachado.	Fallo manual.	Inspección Visual	1	9	3	27
Inadecuada Limpieza en el área.	Retraso en la línea de producción.	Falla de inspección de calidad.	Inspección Visual	1	9	1	9
Mal dimensionado del calcetín.	Calcetín incompleto.	Mala Iluminación.	Ninguno	1	8	2	16

Fuente: Textiles Betex

En la operación de depilado los principales modos de fallo son los calcetines que provienen de operaciones anteriores y la falta de limpieza en el área, para este caso determinamos las primeras acciones relacionadas a un mantenimiento preventivo de las luminarias que son la principal fuente de iluminación en el área y que un desperfecto ocasiona poca visibilidad al operario.

Tabla 40. Propuestas a desarrollar para Amfe de depilado

Causas	Acciones recomendadas	Responsable	Acción tomada
Falta de controles de calidad.	Sistema poka-yoke	Mantenimiento y producción	Sistema poka-yoke
Fallo manual.	Capacitación	Producción	Capacitación al operario
Falla de inspección de calidad.	Capacitación	Producción	Capacitación al Operario
Mala iluminación.	Cambio de Luminaria	Mantenimiento	Cambio de Luminaria

Fuente: Textiles Betex

- **Nombre del proceso: AMFE de máquina de remallado:**

Modo de Fallo	Efecto	Causas	Método de detección	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR inicial
Calcetín mal remallado.	Calcetín defectuoso.	Fallo manual	Inspección Visual	1	8	2	16
Calcetín defectuoso de procesos anteriores.	Calcetín manchado o mal remallado.	Falta de controles de calidad	Inspección Visual	1	8	3	24
Inadecuada Limpieza en el área.	Retraso en la línea de producción.	Falla de inspección de calidad	Inspección Visual	1	9	1	9
Rotura de aguja.	Calcetín sin terminar y paro de máquina.	Uso inadecuado de la máquina	Tiempo de maquinaria parada	1	6	2	12
Fallo de canastilla de maquinaria.	Calcetín mal remallado.	Falta de aceite lubricante en la máquina	Tiempo de maquinaria parada	1	6	1	6
Mal remallado de calcetín.	Calcetín mal remallado.	Mala iluminación	Ninguno	1	8	2	16

Tabla 41. Amfe de la máquina de remallado

Fuente: Textiles Betex

En el caso de la operación de remallado los principales modos de fallo son los calcetines que vienen de operaciones anteriores, así como calcetines mal remallados por desperfectos de la máquina o errores del operario .Se planifico las primeras acciones para un mejor desempeño de los trabajadores

Tabla 42. Propuestas para Amfe de remallado

Causas	Acciones recomendadas	Responsable	Acción tomada
Fallo manual	Plan de motivación	Supervisor de Producción	Actividades Motivacionales
Falta de controles de calidad	Sistema Poka-yoke	Mantenimiento y Producción	Sistema Poka-yoke
Falla de inspección de calidad	Capacitación	Producción	Capacitación al Operario-5s
Uso inadecuado de la máquina	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento	Ficha de seguimiento de fallas y Mmto
Falta de aceite lubricante en la máquina	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento	Ficha de seguimiento de fallas y Mmto
Mala Iluminación	Cambio de Luminaria	Mantenimiento	Cambio de Luminaria

Fuente: Textiles Betex

- **Nombre del proceso: AMFE máquina de planchado**

Tabla 43. Amfe de la máquina de planchado

Modo de Fallo	Efecto	Causas	Método de detección	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR inicial
Exceso de tiempo en el molde de planchado	Calcetín quemado	Falta de un control de tiempo en el molde	Ninguno	1	10	2	20
Mal estado de regulador	Calcetín mal remallado	Falta de aceite lubricante en la máquina	Tiempo de maquinaria parada	1	6	1	6
Variación de temperatura en el molde	Calcetín quemado	Máquinas descalibradas	Inspección Visual	1	10	2	20
Resistencia del maquinaria quemada	Paro de máquina	Inadecuada calibración de la maquinaria	Tiempo de maquinaria parada	1	4	1	4
Mal remallado de calcetín	Calcetín mal remallado	Mala Iluminación	Ninguno	1	9	2	18
Inadecuada Limpieza en el área	Retraso en la línea de producción	Falla de inspección de calidad	Inspección Visual	1	9	1	9

Fuente: Textiles Betex

En el caso de la operación de planchado los principales modos de fallo son originados por exceso de tiempo de los calcetines en el pre hormadoras y calcetines que vienen mal remallado, para esto se determinó las primeras acciones.

Tabla 44. Propuestas para Amfe de planchado

Causas	Acciones recomendadas	Responsable	Acción tomada
Falta de un control de tiempo en el molde	Sistema poka-yoke	Producción	Sistema poka-yoke
Falta de aceite lubricante en la máquina	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento	Ficha de seguimiento de fallas y mantenimiento
Máquinas des calibradas	Capacitación	Producción	Capacitación al Operario
Inadecuada calibración de la maquinaria	Capacitación	Producción	Capacitación al Operario
Mala iluminación	Cambio de luminaria	Mantenimiento	Cambio de Luminaria
Falla de inspección de calidad	Capacitación	Producción	Capacitación al Operario-5s

Fuente: Textiles Betex

Teniendo la información crítica y empleando el manual de las máquinas, se diseñó un programa para el mantenimiento autónomo y mantenimiento preventivo. Ver en la etapa Hacer.

El programa está destinado para la maquinaria de las operaciones más críticas del proceso de Producción de las líneas:

- ❖ Maquinaria de tejido.
- ❖ Maquinaria de planchado.
- ❖ Maquinaria de remallado.

El trabajo define cada una de las actividades a realizar en cada máquina, así también la frecuencia del mantenimiento y el personal responsable, interno y de ser necesario externo (personal especializado) a la empresa.

b. Análisis de las pérdidas:

Es necesario determinar la medida en la que influyen las pérdidas con la producción y la calidad de los productos, para ellos clasificamos las diferentes pérdidas por máquina, su frecuencia, el tiempo perdido y su impacto (leve, regular o grave).

En la maquinaria de tejido las pérdidas más graves son las originadas por la bobina del relevador de la máquina y por el diodo de separación malogrado, aunque ocurre con poca frecuencia en un mes, el tiempo para su reparación es entre 1 hora y unos minutos más, sin embargo debe tenerse una especial consideración en la rotura de agujas y sliders que aunque el tiempo perdido para el cambio de estas piezas es de 20 minutos son de mucha frecuencia durante el mes por lo que en total el tiempo perdido por este motivo es mayor al de las bobinas y el diodo malogrado.

Tabla 45. Análisis de pérdidas de máquina de tejido

Maquinaria de tejido				
Descripción	Pérdida	Causa	Pérdida (minutos)	Frecuencia (veces/mes)
Rotura de agujas	Leve	Desgaste de las piezas de la maquina	20	20
Rotura de sliders	Leve	Desgaste de las piezas de la maquina	25	25

Maquinaria derrama aceite	Leve	Maquinas des calibradas	20	15
Tiristor de maquina malogrado	Regular	Fricción de sujetadores con hilo	20	1
Rotura de ganchos	Regular	Por falta de aceite en las piezas que conforman el cilindro	25	2
Los disparadores no reconocen los fallos	Regular	Tiempo de vida del disparador cumplido	15	2
El contacto se malogra	Grave	Variación de tensión en la maquina	60	1
La bobina del relevador se malogra	Grave	Calibración del arranque de la maquina	70	1
El diodo de separación se malogra	Grave	Calibración del arranque de la maquina	60	1

Fuente: Textiles Betex

Con respecto a la máquinas remalladoras las perdidas frecuentes son ocasionadas por la rotura de agujas , caso similar al de la maquinaria de tejido.

Tabla 46. Análisis de Pérdidas de Máquina de remalle

Descripción	Pérdida	Causa	Pérdida (minutos)	Frecuencia (veces/mes)
Rotura de agujas.	Regular	Calibración del arranque de la máquina	21	20
Mal remallado de calcetín.	Leve	Por falta de lubricación	5	1
Falta de aceite lubricante en la máquina.	Leve	Máquinas des calibradas	5	1

Fuente: Textiles Betex

En el caso de la máquinas de planchado (prehormadoras), las pérdidas son originadas por la frecuencia de la falla del regulador de temperatura, ya que al ser antiguas fallan constantemente.

Tabla 47. Análisis de pérdidas de máquina planchado

Descripción	Descripción	Descripción	Pérdida (minutos)	Frecuencia (veces/mes)
Mal estado del regulador.	Regular	Máquinas des calibradas	15	3
Variación de temperatura en el molde.	Leve	Máquinas des calibradas	12	2
Resistencia de maquinaria quemada.	Grave	Falta de limpieza	30	1

Fuente: Textiles Betex

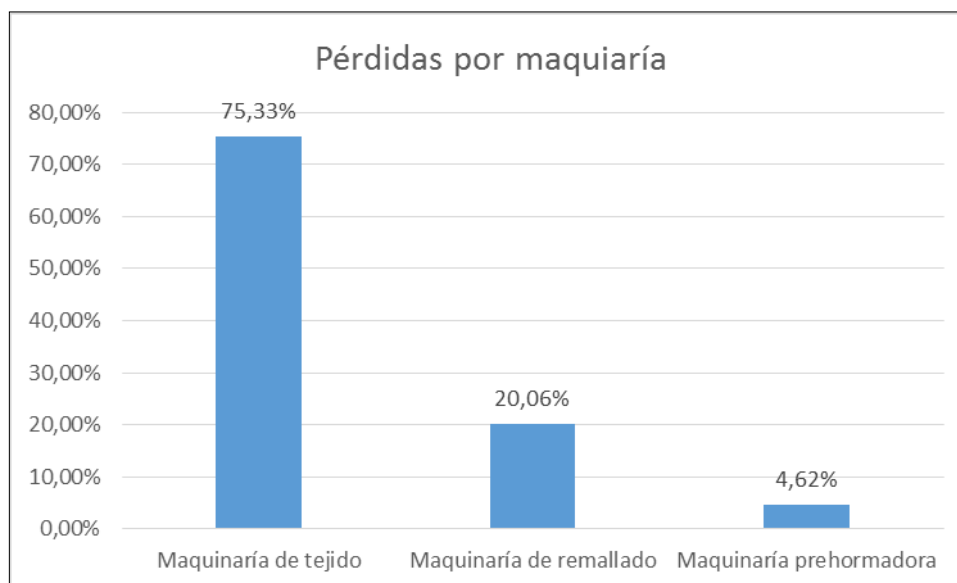


Gráfico 20. Análisis global de pérdidas

Fuente: Textiles Betex

Según nos muestra el Gráfico 20, el mayor porcentaje de pérdidas son ocasionadas por la maquinaria de tejido.

c.- Indicadores de la maquinaria:

1) Capacidad de maquinaria :

Para el cálculo de la capacidad de la maquinaria se tomara en cuenta los niveles de producción de Marzo a Junio para los 3 productos.

Tabla 48.- Niveles de Producción

Tipo	Nivel de producción (Marzo-Junio)
Calcetines de mujer	3588
Calcetines de bebé	6313
Calcetines de caballero	4059

Fuente: Textiles Betex

Se obtuvo las horas totales empleadas de la cantidad producida entre Marzo y Junio en base a cada línea de producto:

- **Maquinaria tejido:**

Tabla 49.- Capacidad de máquinas de tejido

Modelo	Número de máquinas	Capacidad de producción efectiva (segundos/ docenas de pares)	Horas totales de utilización (Marzo-Junio)
Calcetines de dama	4	1080	269.1
Calcetines de bebé	5	552	193.6
Calcetines de caballero	5	1027.2	231.6

Fuente: Textiles Betex

- **Maquinaria remalle:**

Tabla 50.-Capacidad de máquina de remalle

Modelo	Número de máquinas	Capacidad de producción efectiva (segundos/ docenas de pares)	Horas totales de utilización (Marzo-Junio)
Calcetines de mujer	1	156	155,5
Calcetines de bebé	1	104	182,4
Calcetines de caballero	1	178	200,7

Fuente: Textiles Betex

- **Máquina pre hormadora o de planchado:**

Tabla 51.-Capacidad de máquinas de planchado

Modelo	Número de maquinas	Capacidad de producción efectiva (segundos/ docenas de pares)	Horas totales de utilización (Marzo-Junio)
Calcetines de mujer	2	496	247,2
Calcetines de bebé	3	341,52	199,6
Calcetines de caballero	2	602	339,4

Fuente: Textiles Betex

2) Tiempo medio entre fallas (MTBF) y tiempo medio por falla(TMPF) de las máquinas:

Se procedió a evaluar el número de paros de la maquinaria y también el tiempo medio entre fallas para cada proceso de producción que nos permitirá conocer con qué frecuencia ocurren las averías. Como observamos en la Tabla N° 48 la maquinaria de Tejido falla cada 14.51 horas, la de remalle cada 107.71 horas y la de planchado cada 131.03 horas.

Tabla 52.- Tiempo medio entre fallas

Modelo	Maquinaria de tejido	Maquinaria de remalle	Maquinaria de planchado
TM (horas/4meses)	694.33	538.55	786.18
Número de paros en 4 meses	68.00	5.00	6.00
MTBF (horas/avería)	14.51	107.71	131.03

Fuente: Textiles Betex

Tabla 53.- Tiempo medio por falla

Modelo	Maquinaria de tejido	Maquinaria de remalle	Maquinaria de planchado
TMP (horas/4meses)	107.7	3.65	4.9
Número de paros en 4 meses	68	5	6
TMPF (horas/avería)	1.58	0.73	0.82

Fuente: Textiles Betex

3) Disponibilidad de máquinas:

La disponibilidad se calcula con el tiempo total menos el tiempo no disponibles causados por actividades con sobretiempos en la preparación de la maquinaria.

Tabla 54.-Disponibilidad de maquinaria

Total acumulado por 4 meses (minutos)	Maquinaria de tejido	Maquinaria de remalle	Maquinaria de planchado
Calcetines de mujer	288.0	48.0	28.0
Calcetines de bebé	300.0	48.0	20.0
Calcetines de caballero	276.0	48.0	28.0
Tiempo de preparación de las máquinas (horas)	14.4	2.4	1.3
TMP (horas/4meses)	107.7	3.7	4.9
TM (horas/4meses)	694.3	538.6	786.2

Tiempo que se debió de producir (horas)	816.4	544.6	792.3
Disponibilidad	85.05%	98.89%	99.22%

Fuente: Textiles Betex

4) Rendimiento de las Máquinas:

El Rendimiento de la maquinaria se calcula con el tiempo disponible menos los tiempos que generan pérdidas en el proceso productivo:

- ❖ Tiempo en vacío y paradas cortas.
- ❖ Velocidad reducida.

Tabla 55.- Rendimiento de Máquinas

Total acumulado por 4 meses (minutos)	Maquinaria de tejido	Maquinaria de remalle	Maquinaria de planchado
Calcetines de mujer	10.0	0.0	0.8
Calcetines de bebé	3.5	0.1	0.1
Calcetines de caballero	8.1	0.2	0.2
Tiempo operativo (horas)	694.3	538.6	786.2
Tiempo en vacío y paradas cortas (horas)	19.2	4.8	4.8
Velocidad reducida (horas)	21.6	0.3	1.0
Tiempo de producción real (horas)	653.5	533.5	780.4
Rendimiento	94.13%	99.06%	99.26%

Fuente: Textiles Betex

Estas pérdidas son la que generan los efectos de Caídas de velocidad.

5) Calidad:

La calidad se calcula en el tiempo perdido por los productos que resultaron defectuosos en relación al tiempo empleado por los mismos:

- ❖ Defectos de calidad y reprocesos.
- ❖ Puesta en marcha.

Tabla 56.-Calidad de máquinas

Total acumulado por 4 meses (minutos)	Maquinaria de tejido	Maquinaria de remalle	Maquinaria de planchado
Calcetines de mujer	31.5	2.7	5.8
Calcetines de bebé	101.4	11.5	25.1
Calcetines de caballero	43.4	4.5	10.2
Tiempo de fabricación de defectuosos	176.2	18.7	41.0
Tiempo de producción real	518.1	519.9	745.1
Calidad	74.62%	96.53%	94.78%

Fuente: Textiles Betex

6) Efectividad global de los equipos:

Al multiplicar los indicadores de calidad, disponibilidad y rendimiento obtenemos la efectividad global de los equipos, como se puede observar en la siguiente tabla la efectividad global más baja es la maquinaria de tejido

Tabla 57.- Efectividad global inicial de los equipos

Indicador	Maquinaria de tejido	Maquinaria de remalle	Maquinaria de planchado
Efectividad global de los equipos	59.73%	94.56%	93.35%

Fuente: Textiles Betex

3.1.4.3 Mantenimiento autónomo:

El mantenimiento autónomo por parte de los operarios es una actividad vital para el buen funcionamiento de la maquinaria. La falta de inspección del equipo productivo, reaprietes, limpieza, remoción de rebaba, polvo, contaminantes y lubricación promueven las causas de corrosión, tiempos perdidos y defectos de calidad en los productos.

Al identificar que en la empresa no existe cultura por el desarrollo de esta actividad se plantea necesario la capacitación en estos temas al personal operativo así como desarrollar el interés de los operarios por mantener limpias sus máquinas.

La limpieza es un proceso educativo que provoca resistencia al cambio, esto es debido a que no están acostumbrados a trabajar de manera ordenada y limpia, y en muchos casos se considera que el trabajo de limpieza no nos corresponde, más aun si existen personas que realicen este trabajo.

En la siguiente etapa detallaremos la capacitación que se llevará a cabo en estos temas a los operarios, así como el control que se realizará para su cumplimiento.

3.1.4.4 Motivación de los operarios:

Uno de los problemas que encontramos y generan la falta de compromiso es el bajo nivel de motivación por parte del personal, a continuación presentaremos los resultados que obtuvimos mediante un cuestionario (ver anexo4) que se aplicó al personal. Este cuestionario consta de 20 preguntas seleccionadas en base al modelo de las características del trabajo (JCM), establecido por Herzberg, Hackman y Oldham que señalan las cinco dimensiones laborales medulares de enriquecimiento del trabajo: variedad, identidad de tarea, significado de la tarea, autonomía y retroalimentación, a cada respuesta se le asignó una puntuación entre 1 y 5 que al final se sumó estableciendo el nivel de motivación en que se encuentra el operario.

❖ Intervalos de motivación:

Alto: 88 – 100 puntos

Medio: 72 – 87 puntos

Bajo: 22 – 71 punto

Según los intervalos de motivación y el puntaje obtenido de las encuestas se concluye que el nivel actual de motivación del personal es bajo.

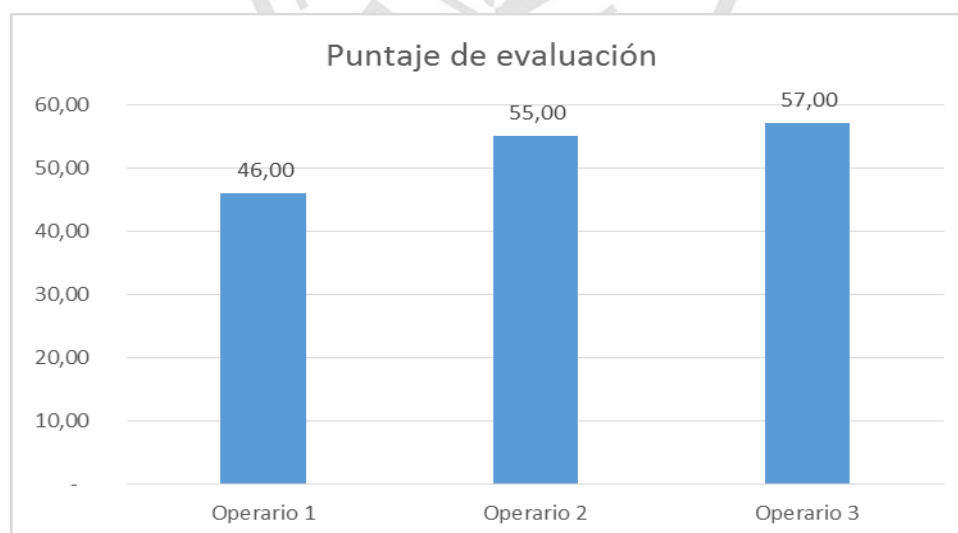


Gráfico 21.-Niveles de motivación

Fuente: Textiles Betex

Textiles Betex debe analizar opciones para fidelizar y motivar a los empleados sin que un aumento de sueldo sea un factor determinante o agobiante para las finanzas de la empresa ya que no cuenta con todos los recursos. Debe considerar que no todos los empleados desean lo mismo, por lo que no hay una única solución. Así también, estadísticamente se ha descubierto que el dinero no es el factor más importante de motivación existen otros factores relevantes como el reconocimiento, las capacitaciones constantes, una buena comunicación y un buen trato.

3.1.5 PLAN DE TRABAJO:

Nuestro plan de trabajo se dividió en 10 etapas que a continuación se detallan

3.1.5.1 Descripción de actividades:

Tabla 58.-Descripción de etapa 1

Etapa 1	1. Definir el proyecto
Objetivos específicos:	Diagnosticar situación actual de la empresa identificando las necesidades de mejora en la empresa.
Actividades planificadas	1. Definir los principales problemas de la empresa. 2. Análisis de alternativas de sistemas de mejora continua que se adapten a la empresa. 3. Investigación de las metodologías actuales.
Riesgos:	No se acepte la propuesta de mejora. No atacar los problemas principales de la empresa. No encontrar una solución viable. Cambios externos que afecten directamente los recursos de la empresa.
Recursos:	Visitas autorizadas a zona operativa. Acceso a información confidencial de la empresa. Entrevistas a personal de confianza y operativa.

Fuente: Textiles Betex

Tabla 59.-Descripción de etapa 2

Etapa 2	2. Describir la situación problemática
Objetivos específicos:	Establecer el alcance de la implementación del proyecto.
Actividades planificadas	4. El diagnóstico muestra el análisis del estado actual en Textiles Betex.
	5. Definir situación problemática.
	6. Identificar causas raíz .
	7. Definir el principal problema de la empresa.
	8. Construir el árbol de problema y objetivos.
	9. Utilizar herramientas causa-efecto .
	10. Utilizar herramientas 5-w.
	11. Identificar indicadores para cada objetivo. 12. Justificación de metodología para viabilidad de proyecto.
Riesgos:	No contar con información real y verídica.
	La situación actual del mercado será cambiantes para los periodos de implementación.
	Falta de compromiso del equipo implementador (personal de la empresa).
	Falta de planes de contingencia en caso una situación adversa en el proceso de implementación.
Recursos:	Uso de herramientas de mejora (5w; lluvia de ideas, diagramas de Pareto).
	Capacitación al personal en zona operativa sobre las necesidades de la empresa.

Fuente: Textiles Betex

Tabla 60.- Descripción de etapa 3

Etapa 3	3. Definir alternativas de solución
Objetivos específicos:	Conocer la situación actual de la empresa con el fin de evaluar sus fortalezas y oportunidades de mejora en materia de gestión de mejora continua.
	Orientar a la empresa acerca de la preparación y acciones necesarias para alcanzar la conformidad del SGMC a ser implementado.
	Elaborar el plan de trabajo detallado y específicamente orientado a las necesidades de la organización.
Actividades planificadas	13. Elaboración de propuesta del plan de trabajo (Gantt).
	14. Presentación del diagnóstico y plan de trabajo (Gantt).
	15. Ajuste de la propuesta de informe y plan de trabajo (Gantt).
	16. Entrega de plan de trabajo.
Riesgos:	Falta de compromiso por parte de la empresa (actividades y responsables de implementación).
	No identificar riesgos al implantar el diseño de mejora.
Recursos:	Dictado de curso: liderazgo y compromiso en la gestión.
	Dictado de curso: compromiso con la gestión de mejora continua.
	Dictado de curso: introducción a los modelos de mejora continua.

Fuente: Textiles Betex

Tabla 61.-Descripción de etapa 4

Etapa 4	4. Definir un plan de trabajo
Objetivos específicos:	Establecer la propuesta de mejora continua aprobada por la dirección.
Actividades planificadas	17. Propuesta de implementación: las "5S".
	18. Propuesta de diseño: distribución de planta.
	19. Propuesta de implementación: 4 casas QFD.
	20. Propuesta de implementación: AMFE (plan de mantenimiento).
	21. Propuesta de implementación: plan de motivación.
	22. Propuesta de implementación: sistema poka yoke.
	23. Propuesta de implementación: Balance scorecard.
Riesgos:	El personal no sea hace responsable de lo que se le asigna.
Recursos:	Aprobación por la dirección del sistema de gestión por implementar.

Fuente: Textiles Betex

Tabla 62.- Descripción de etapa 5

Etapa 5	5. Ejecutar plan de trabajo
Objetivos específicos:	Implementación del proyecto (capacitación, objetivos, programas, procedimientos).
Actividades planificadas	24. Implementación: las "5S".
	25. Elaboración de propuesta: distribución de planta.
	26. Implementación: 4 casas QFD.
	27. Implementación: AMFE (plan de mantenimiento)
	28. Implementación: plan de motivación
	29. Implementación: sistema poka yoke
Riesgos:	El personal no se adapte a los cambios en la empresa.
Recursos:	Dictado de curso: herramientas de gestión para la mejora continua.

Fuente: Textiles Betex

Tabla 63.-Descripción de etapa 6

Etapa 6	6. Seguimiento del avance del proceso
Objetivos específicos:	Evaluación al personal sobre las actividades planificadas.
Actividades planificadas	31. Difusión de programas de gestión (implementación).
	32. Cumplimiento de sus funciones en sesiones ordinarias.
Riesgos:	El personal no se adapte a los cambios en la empresa.
Recursos:	Dictado de curso: herramientas de gestión para la mejora continua.

Fuente: Textiles Betex

Tabla 64.- Descripción de etapa 7

Etapa 7	7. Verificar salidas (output)
Objetivos específicos:	Análisis de resultados.
Actividades planificadas	33. Indicador de las "5S" (indicador de orden y limpieza).
	35. Indicador de 4 casas QFD (mejoramiento de estándares y requisitos del cliente).
	36. Indicador de AMFE (plan de mantenimiento, eficacia total de cada equipo).
	37. Implementación: plan de motivación.
	38. Indicador de sistema poka yoke (cantidad de calcetines defectuosos).
	39. Indicadores del Balance scorecard.
	40. Informe de resultados, efectos y propuesta de acciones.

Riesgos:	Que los resultados no sean los esperados.
Recursos:	Elaboración de procedimientos: Procedimiento de inspección. Procedimiento de mantenimiento. Capacitación y sensibilización (plan de capacitación).
	Difusión de seguimiento de procesos y desempeño de seguridad y salud ocupacional (implementación).
	Difusión de programa de control de equipos de medición (implementación).

Fuente: Textiles Betex

Tabla 65.- Descripción de etapa 8

Etapa 8	8. Estandarizar operaciones
Objetivos específicos:	Estandarización del ciclo PHVA.
Actividades planificadas	41. Planificación del procedimiento de auditorías interna.
	42. Propuesta de mecanismo de revisión.
	43. Acciones de mejora posteriores a la revisión por la Dirección.
	44. Acciones correctivas posteriores a la auditoria interna.
Riesgos:	El personal no se adapte a los cambios en la empresa.
Recursos:	Dictado de curso: formación de auditores internos de implementación.

Fuente: Textiles Betex

Tabla 66.- Descripción de etapa 9

Etapa 9	9. Planeamiento de nuevos Objetivos
Objetivos específicos:	Evaluar el ciclo de mejora continua.
Actividades planificadas	45. Presentación de avances de proyecto planear.
	46. Presentación de avances de proyecto hacer.
	47. Presentación de avances de proyecto verificar.
	48. Presentación de avances de proyecto actuar.
Riesgos:	Perdida de el interés por parte del personal para mejorar.
Recursos:	Difusión de seguimiento de cada etapa.

Fuente: Textiles Betex

Tabla 67.- Descripción de etapa 10

Etapa 10	Análisis financiero del proyecto
Objetivos específicos:	Elaborar informe final con sustentación de la factibilidad en su implementación.
Actividades planificadas	49. Análisis costo /beneficio de la implementación del proyecto. 50. Evaluación de flujo integral del proyecto.
Riesgos:	Existan retrasos en la elaboración del informe por concepto de recopilación de información.
Recursos:	Informe final de tesis.

Fuente: Textiles Betex



3.1.5.2 Cronograma de actividades:

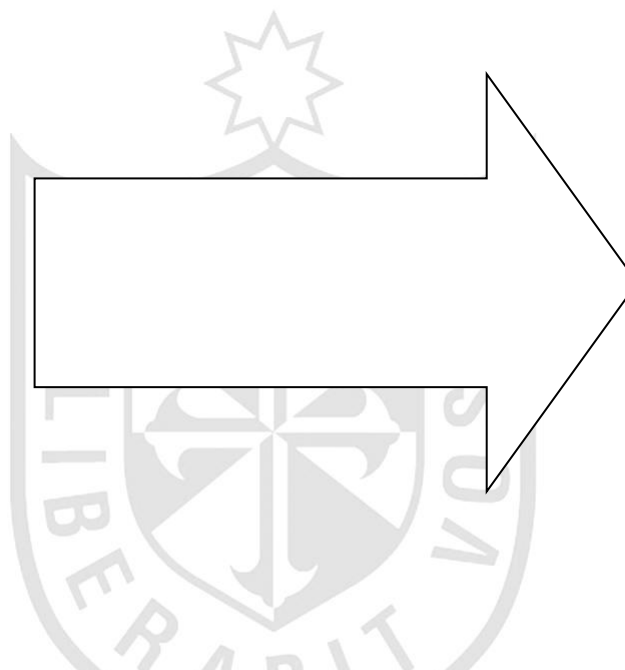


Tabla 68.- Cronograma de actividades

Fuente: Textiles Betex

3.2 Etapa hacer:

En la segunda etapa del ciclo PHVA que se desarrolló, describimos todas las actividades que se realizaron con parte de nuestra propuesta de mejora a la empresa.

3.2.1 Elaboración sistemática de la disposición de planta:

Tomando como base los principios de la disposición de planta según Díaz (2007) se estudio algunos factores que por su naturaleza influyen directamente en las decisiones de la disposición de planta.

Cuando se inicia un estudio de disposición de planta, ya sea para un proyecto o una ampliación o ajuste a una planta existente como en nuestro caso se debe comenzar estudiando el producto, tomando en consideración los materiales involucrados, pues ellos requerirán un espacio y condiciones adecuadas para su procesamiento y manejo, esto nos lleva a considerar el material como un factor importante para nuestra disposición.

- **Cálculo de los requerimientos de áreas:**

Habiendo definido el número de máquinas para cada operación, se determinaran las áreas requeridas, para ello utilizamos el método de Guerchet.

Por este método calculamos los espacios físicos necesarios, la superficie total necesaria se calcula como la suma de las 3 superficies parciales:

$$St = Ss + Sg + Se$$

Donde:

St = Superficie total

Ss = Superficie estatica = largo x ancho

Sg =Superficie gravitacional =Ss x N

Se=Superficie de evolución =(Ss +Sg) x k

N = Numero de lados

K= Coeficiente de evolución = $H1 / (2*H2) = 0.45$

H1 =Promedio de las alturas de los elementos móviles =1.6

H2 =Promedio de las alturas de los elementos estáticos =1.8

TABLA 69.- REQUERIMIENTOS DE ÁREAS

Fuente: Textiles Betex

	Descripción	Q	N	Sus (m2)	Sg (m2)	Se (m2)	St (m2)
Tejido	Máquinas tejedoras de bordado	6	1	0,79	0,79	2,84	4,4
	Máquinas tejedoras modelo 1	6	1	0,75	0,75	2,69	4,2
	Máquina Tejedora modelo 2	2	1	0,96	0,96	3,45	5,4
	Depósito de tiras	3	1	0,42	0,42	1,52	2,4
Remalle	Máquina de remallado 1	1	1	0,63	0,63	2,26	3,5
	Máquina de remallado 2	1	1	0,59	0,59	2,14	3,3
	Deposito 1 de calcetines	1	1	0,68	0,68	2,43	3,8
	Deposito 2 de calcetines	1	1	0,33	0,33	1,18	1,8
Depilado	Mesa de depilado	1	2	1,49	2,98	8,04	12,5
	Depósito de calcetines	1	1	0,23	0,23	0,84	1,3
	Bandeja de calcetines con niveles	1	1	0,25	0,25	0,90	1,4
Planchado	Máquina de planchado pequeña	1	1	0,94	0,94	3,40	5,3
	Máquina de planchado grande	1	1	0,97	0,97	3,47	5,4
	Deposito verde de calcetines	1	1	0,33	0,33	1,18	1,8
	Deposito plomo de calcetines	1	1	0,40	0,40	1,44	2,2
	Aparador metálico	1	1	0,88	0,88	3,18	4,9
Etiquetado	Mesa de etiquetado	1	2	1,47	2,94	7,95	12,4
	Armario de madera	1	1	0,64	0,64	2,30	3,6
	Depósito de docenas de calcetines	1	1	0,36	0,36	1,30	2,0
equipo	Mesa de herramientas	1	1	0,45	0,45	1,62	2,5
	Estante metálico	1	1	0,41	0,41	1,46	2,3
	Mesa de madera +esmeril	1	2	0,30	0,60	1,62	2,5
Almacenes	Área de productos en proceso	1	0	3,30	0,00	5,94	9,2
	Almacén otros	1	0	8,70	0,00	15,67	24,4
	Almacén de producto terminados	1	0	6,30	0,00	11,35	17,6
	Área de materia prima	1	0	3,30	0,00	5,94	9,2
Otros	Servicios higiénicos	1	0	4,29	0,00	7,72	12,0
	Oficina	1	0	10,49	0,00	18,89	29,4
	Escritorio	1	2	0,91	1,82	4,91	7,6
TOTAL							198,5

1) Factor material:

- **Análisis P-Q (producto – cantidad):**

Para realizar este análisis tomamos en cuenta los diferentes productos que la empresa Textiles Betex elabora (P) y lo relacionaremos con la cantidad de producción (Q), en este caso una cantidad mensual.

Tabla 70.- Análisis de producto y cantidad

Producto (P)	Demanda mensual (docenas)	Incidencia	Secuencia de operaciones
Calcetines de bebé	1176	44,13%	T,D,R,C,P,E
Calcetines de dama	682	25,59%	T,D,R,C, P,E
Calcetines de caballero	807	30,28%	T,D,R,C, P,E
Total		100%	

Fuente: Textiles Betex

Tabla 71.- Identificador de Operaciones

Operación	Identificador
Tejido	T
Depilado	D
Remalle	R
Área de corte	C
Planchado	P
Etiquetado y empaquetado	E

Fuente: Textiles Betex

- **Clasificación ABC:**

Se realizó una clasificación de los 3 productos en función de los ingresos de cada línea de producción:

Tabla 72.- Porcentaje de ingresos por productos

Producto	Demanda mensual (docenas de pares)	Precio (soles/docena)	Ingresos	Porcentaje de ingresos
Calcetines de bebé	1176	S/. 4,50	S/. 5.292,00	20,83%
Calcetines de dama	682	S/. 14,00	S/. 9.548,00	37,57%
Calcetines de caballero	807	S/. 13,10	S/. 10.571,70	41,60%
Total			S/. 25.411,70	100%

Fuente: Textiles Betex

Ordenamos los ingresos y podemos observar que en la empresa no existen productos tipo C.

Tabla 73.- Clasificación ABC

Producto	% de acumulado de Ingresos	Clasificación
Calcetines de dama Calcetines de caballero	79,17%	A
Calcetines de bebé	20,83%	B

Fuente: Textiles Betex

2) Factor maquinaria:

La información sobre la maquinaria (incluyendo las herramientas y equipo) es fundamental para un orden apropiado de la misma.

Los elementos de la maquinaria incluyen los siguientes elementos:

- ❖ Máquinas de producción.
- ❖ Equipo de proceso o tratamiento.
- ❖ Dispositivos especiales.
- ❖ Herramientas: moldes, patrones, plantillas, montajes.
- ❖ Herramientas manuales y eléctricas manejadas por el operario.
- ❖ Controles o cuadros de control.
- ❖ Maquinaria inactiva.

- **Determinación del número de máquinas:**

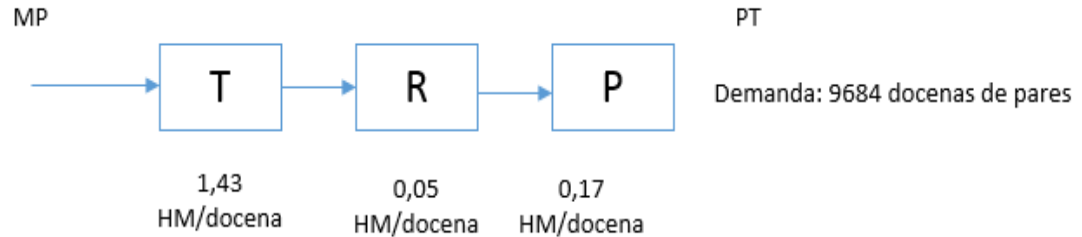
Para determinar el número de máquinas requeridas para los procesos de producción utilizaremos el Método A.

El método A toma como base los tiempos de operación y los tiempos disponibles, para ello lo primero que vamos a hacer es establecer el número de máquinas cuando se fabrica un solo producto.

$$N^{\circ} \text{maq (N)} = \frac{(\text{Tiempo de la operación por docena por maquina}) \times (\text{demanda anual})}{N^{\circ} \text{ total de horas disponibles al año}}$$

Establecemos el número de máquinas cuando se fabrica un solo productos:

Para una demanda de anual de 9684 docenas de caballeros.



$$\text{Horas al año disponible: } 8 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} \times 22 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = 2112 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

- N° de máquinas en Operación de tejido (T):

$$1 \text{ turno: } N_A = \frac{1.43 \frac{HM}{doc} \times 9684 \text{ doc}}{2112 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} = 6.5Mq. = 7Mq.$$

- N° de máquinas en operación de remalle (R)

$$1 \text{ turno: } N_B = \frac{0.05 \frac{HM}{und} \times 9684 \text{ und}}{2112 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} = 0.23Mq. = 1Mq.$$

- N° de máquinas en operación de planchado (P) :

$$1 \text{ turno: } N_C = \frac{0.17 \frac{HM}{und} \times 9684 \text{ und}}{2112 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} = 0.78Mq. = 1Mq.$$

3) Factor hombre:

Siendo el factor humano el más importante en el proceso productivo, pues en el inicia la dinámica del proceso y control de las operaciones, resulta fundamental brindarle las condiciones adecuadas para lograr un eficiente desempeño.

Para determinar el cálculo del número de trabajadores necesarios en la empresa para 6 días a la semana y 8 horas al día.

Los datos fundamentales son:

- ❖ Tiempo estándar (horas hombre) por unidad de producción (docena de pares)
- ❖ Cantidad de producción semanal
- ❖ Horas - hombre disponibles por periodo.

$$\text{N}^\circ \text{ de operarios} = \frac{(\text{Tiempo de Operación}) \times \text{Producción}}{\text{Horas al día} \times \text{número de días}}$$

Tabla 74.- Factor Hombre

Operación	Tiempo estándar (horas /docena)	Nº operarios
Depilado	0,05	1
Remalle	0,05	1
Planchado	0,17	1
Etiquetado	0,05	1

Fuente: Textiles Betex

4) Factor movimiento:

El manejo de los materiales toma en consideración el movimiento que se efectúa desde que se reciben los materiales, durante su proceso de fabricación hasta la red de distribución, si se llevan a cabo ineficientemente estas actividades, se estaría incrementando el costo del producto, ocupando un exceso del área de la planta y del almacén, como bien sabemos es necesario procurar determinar el espacio suficiente para estas áreas.

El objetivo del manejo de materiales es eliminar el acarreo innecesario, así como disminuir el tiempo en que el material es acarreado y brindar mejores condiciones de trabajo, es por eso que se busca establecer un sistema de manejo de materiales que involucra los depósitos para su traslado y su almacenamiento adecuado.

- **Principio de manejo de materiales:**

El material a trasladar principalmente dentro de la empresa son los conos de hilo nylon y los conos de elástico estos se trasladan de la zona señalada como

área de materia prima hasta las maquinas tejedoras, y también al área de remalle.

- **Análisis de los métodos de manejo:**

Para llevar a cabo este análisis de métodos debes tener en cuenta los siguientes factores primarios y secundarios dentro de la empresa

- **Factores Primarios:**

MATERIAL	
	
Especificaciones	Hilo Nylon 100 %
Tipo de Hilado	DTY 70/24/2
Uniformidad	99%
Fuerza	3.8 g/d

Ilustración 17.- Factores primarios –MP

Fuente: Textiles Betex

- **Factores secundarios:**



Ilustración 18.-Factores secundarios I

Fuente: Textiles Betex



Ilustración 19.-Factores secundarios II

Fuente: Textiles Betex

- **Selección del equipo de acarreo:**

Por el espacio reducido con la que cuenta la empresa y por el nivel de producción, no se necesita el uso de montacargas, ni carretillas, ni grúas, lo que si se recomienda para agilizar la preparación de las maquinas tejedoras y evitar exceso de recorridos es la compra de un pequeño carro para el transporte de materiales.



Ilustración 20.- Selección de Acarreo

Fuente: Textiles Betex

5) Factor edificio:

- Número de pisos de la edificación:

La empresa cuenta con un solo piso, y por el momento no hay planes de construir o extender la planta.

- Vías de circulación:

Es conveniente que las vías de circulación estén situadas de tal manera que los trabajadores y los medios de acarreo puedan utilizarlas fácilmente y con seguridad, evitando así algún tipo de accidentes o demoras.

Los anchos recomendables de corredor para tránsito exclusivo de personas son:

Tabla 75.- Distancias recomendadas en vías de circulación

Nº de personas	Situación	Mínimo	Recomendado
1	Evitar tocar equipo o golpear interruptores.	51	61
2	Paso a una persona que permanece de espaldas a la pared.	76	91,44
3	Tres personas caminando de frente en igual dirección.	152,4	183

Fuente: Textiles Betex

Las medidas de los pasillos de la empresa:

Tabla 76.-Medidas de pasillos

Descripción	Medidas (cm)
Pasillo principal (entrada a la planta)	100
Maquinas tejedoras	108
Entre área de planchado y corte	180
Mesa de empaquetado	99

Fuente: Textiles Betex

- **Escaleras:**

La empresa no cuenta con escaleras ya que solo es de un solo nivel.

- **Salidas y puertas:**

Las puertas ofrecen protección contra el clima, regulación visual y sonora y permite el acceso a las diferentes áreas de la planta.

Tabla 77.- Medidas de puertas

Lugar	Largo (cm)	Ancho (cm)
Puerta de garaje	296	447
Puerta exterior	164	83
Puerta a la planta	205	98
Oficina	217	88
Servicios higiénicos	210	74

Fuente: Textiles Betex

Recomendaciones:

Puerta de oficina = 90 cm

Puerta de servicios higiénicos = 80 cm

Puerta exterior = mínimo 1,20 m

Puerta Garaje = 3 m

Al comparar el cuadro de dimensiones de la empresa con las recomendaciones podemos identificar que no cumplimos con la sugerencia en cuanto al ancho de la puerta de servicios higiénicos y de la oficina por 2 cm.

- **Anclaje:**

La empresa necesita un anclaje para el eje del motor y para el motor que conecta a las máquinas tejedoras.

Sección	Máquina	Número	# de pernos	Base de concreto
Tejido	Eje central	1	4	10 cm
Tejido	Motor	1	8	10 cm



Ilustración 21.- Anclaje de motor para máquinas de tejido

Fuente: Textiles Betex



Ilustración 22.- Eje de motor de máquinas de tejido

Fuente: Textiles Betex

6) Factor espera:

Siempre que los materiales son detenidos se originan las esperas o demoras que ocasionan costos, así mismo es recomendable destinar áreas específicas para el material a fin de no congestionar el tránsito ni las operaciones.

- Demora o espera:

Son espacios en la misma área de producción donde el material aguarda a ser transferido a la operación siguiente, se han establecido zonas de espera de los productos en proceso para que no interfieran con el tránsito de los operarios ni genere congestión, una de ellas es cerca a la mesa de remalle y al área de planchado.



Ilustración 23.- Depósitos para diferentes procesos

Fuente: Textiles Betex

- Almacenamiento

En la empresa se han establecido áreas para el almacenaje de materia prima y de productos en proceso, estas áreas han sido determinadas de la mejor forma para evitar el daño de los mismos.

También contamos con un almacén de productos terminados, que cuenta en su interior con estantes metálicos en donde se ubican los productos para su fácil acceso.



Ilustración 24.- Almacén de productos terminados

Fuente: Textiles Betex



Ilustración 25.- Área de materia prima

Fuente: Textiles Betex



Ilustración 26.- área de productos en proceso

Fuente: Textiles Betex

7) Factor servicio:

Este factor está orientado a satisfacer las necesidades de los factores de la producción.

- Instalaciones sanitarias:

Son instalaciones relativamente permanentes y difíciles de ampliar o cambiar de lugar por lo que se recomienda planear para un número mayor de usuarios.

La empresa cuenta con 2 servicios sanitarios, tanto para las operarias como para los operarios, buscando mantener la limpieza y privacidad de cada uno de ellos, consideramos que son suficientes para los 4 operarios que laboran, estos se encuentran limpios, iluminados y ventilados.

Especificaciones de OSHA (estándar americano):

Tabla 78.- Especificaciones OSHA para instalación de sanitarios

Nº de empleados	Nº mínimo W.C.
1 - 15	1
16 - 35	2
36 - 55	3
56 - 80	4
81 - 110	5
111 - 150	6
más de 150	un accesorio adicional por cada 40 emp.

Fuente: Especificaciones OSHA

- Servicios de alimentación:

Actualmente la empresa no cuenta con un área asignada para un comedor o cafetería, sin embargo cuenta equipos necesarios para la conservación de los alimentos hasta el momento del almuerzo (horno microondas y refrigeradora).

Se recomienda asignar un lugar para el almuerzo de los operarios y para su descanso durante la hora asignada de refrigerio.

El objetivo principal del nivel de iluminación es que la cantidad de energía luminosa que llegue al plano de trabajo sea la adecuada, cada área de trabajo de la planta cuenta con fluorescentes, el número de ellos depende de la zona:



Ilustración 27 .- Luminarias en el área de remalle

Fuente: Textiles Betex

- **Ventilación:**

Este es un factor importante a controlar en la empresa ya que las maquinas tejedoras al alimentarse de los hilos, corren el riesgo de enredarse si existe la presencia de corrientes de aire fuertes, no se cuenta con un sistema de ventilación es por eso que en épocas de verano se colocan ventiladores en puntos extremos de la planta lejos de la zona de las máquinas tejedoras para que puedan ventilar la planta.

- **Importancia de un ambiente de calidad de trabajo:**

Una de las necesidades de los seres humanos es disponer de espacios y entornos adecuados para el desarrollo de las diferentes actividades de su vida, en relación al trabajo es responsabilidad de la empresa y de los trabajadores organizar, mantener y mejorar permanentemente los lugares de trabajo, ya que estos mejoran los índices de productividad y calidad.

Es por eso que como método de mejora y ayuda en el orden y limpieza de la empresa hemos desarrollado las 5s, donde nos recomienda.

- a. Mantener solo lo necesario.
- b. Mantener todo en orden.
- c. Mantener todo limpio.
- d. Cuidar la salud mental o física.
- e. Mantener un comportamiento confiable.

8) Factor cambio:

- Adquisición de nueva tecnología:

Por el momento la empresa no tiene planeado adquirir nueva maquinaria, pero en un futuro se tiene el deseo de poder adquirirla en base a los recursos generados por la propia empresa, sin necesidad de algún tipo de préstamo bancario u otro.

- Comportamiento y segmentación del mercado:

Al analizar la demanda del mercado observamos que esta se mantuvo variable con respecto al año 2011 no presentando picos demasiados altos pudiendo así con una planificación del trabajo tratar de cumplir con los pedidos, sin embargo si la empresa decide invertir en comprar de maquinaria y realizar estrategias de venta para aumentar el nivel de ventas debe prever los cambios que esta puede generar, se necesitara más espacio por lo que si se haría necesario la expansión de la planta.

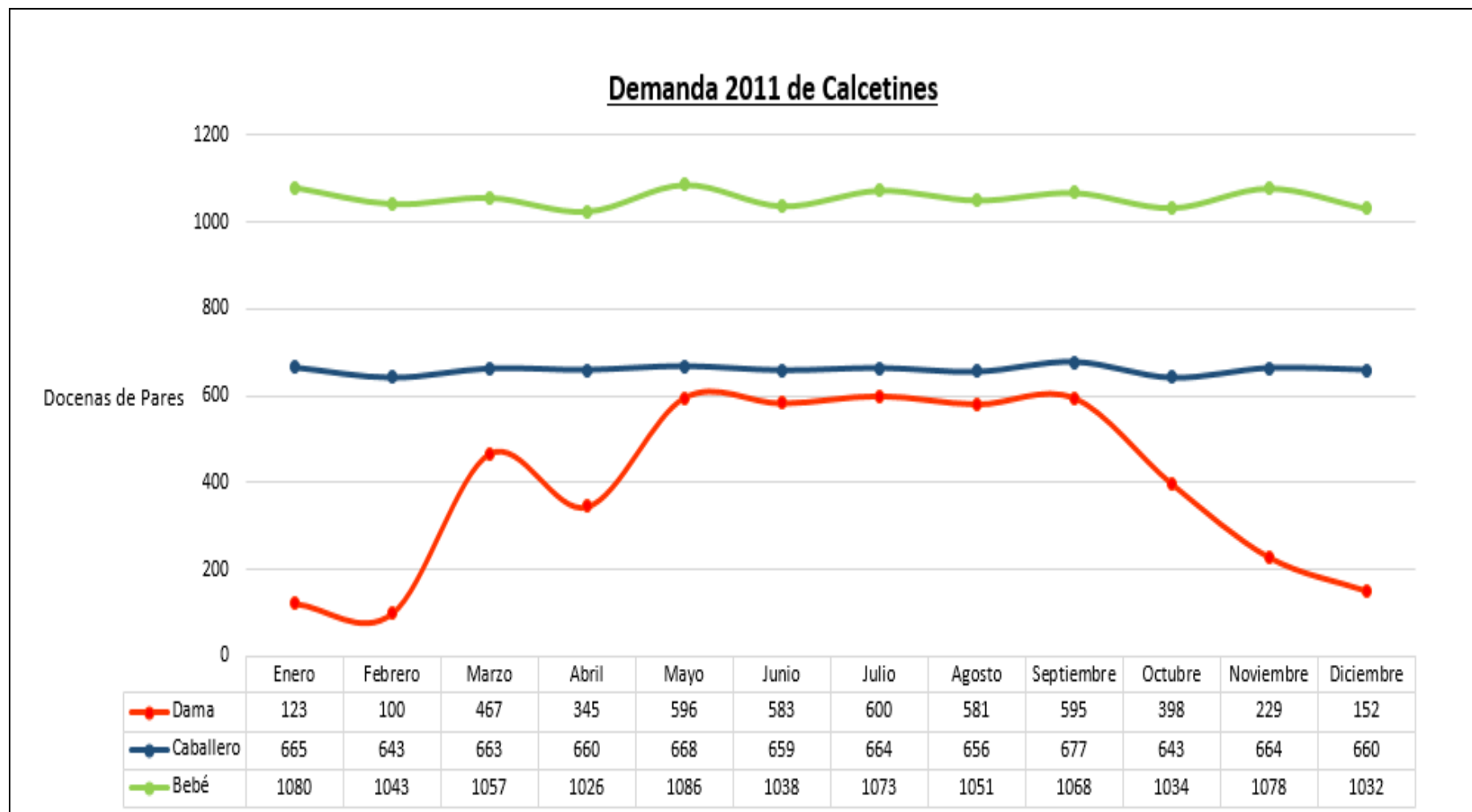


Gráfico 22.- Demanda 2011 de calcetines

Fuente: Empresa Betex

- **Consideraciones:**

La disposición de planta está sujeta a cambios futuros, es por eso que se debe tener conocimiento de algunas situaciones y lo que su diseño comprende.

Tabla 79.- Consideraciones sobre diseño de distribución

Situaciones	Diseño de la distribución
Innovación Tecnológica	Ambientes de trabajo flexibles para aceptar la innovación
	Adecuación del personal para el cambio futuro
	Servicios preparados para requerimientos futuros
Cambios en la provisión de materias primas (mayores costos ,escasez)	La Localización ,dar prioridad a este factor para la toma de de decisiones.
Riesgos de cambios en la política económica de un país	Las instalaciones diseñadas consideran el riesgo y se delimitan a un tamaño de planta que supere el punto de equilibrio.
Cambios en el mercado	Flexible para desarrollar nuevos productos ,incluir otras líneas de producción ,ampliar el ambito de la distribución

Fuente: Textiles Betex

Consideramos que una oportunidad de cambio y mejora es aprovechar la identificación por parte del mercado, que considera a los productos chinos de mala calidad a pesar de su bajo precio.

3.2.1.1 Distribución general:

Con la ayuda de la tabla relacional podremos analizar la disposición de los espacios físicos.

Tabla 80.- Escala de valores para la proximidad de actividades

Código	Valor de proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u ordinario
U	Sin importancia
X	No recomendable

Fuente: Textiles Betex

Las razones en que nos basamos para hallar la relación de proximidad de las áreas son las siguientes:

Tabla 81.- Razones para la proximidad de áreas

Código	Valor de proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u ordinario
U	Sin importancia
X	No recomendable

Fuente: Textiles Betex

Tabla Relacional:

En esta tabla se puede apreciar la proximidad de los procesos y la influencia sobre las mismas:

1	Tejido	A
2	Depilado	1 O
3	Remalle	1 E 1 U
4	Área de Corte	A 3 O 1 U
5	Planchado	1 O 1 U 1 U 1 E
6	Etiquetado	A 1 O 1 U 1 O 1 X 5
7	Almacén de M.P	U 1 I 1 E 1 X 5
8	Almacén de P.T.	1 I 1 I 1 U 5
9	Almacén de Prod. En Procesos	O 1 U 1 X 1
10	Almacén General	3 E 1 X 5
		U 4 X 5
		1 U 5
		X 1
		5

Ilustración 28.- Tabla relacional de actividades

Fuente: Textiles Betex

Teniendo como base la tabla relacional realizada, se tiene los siguientes valores de proximidad:

Tabla 82.-Valores de proximidad por departamento






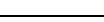
Código	Proximidad por departamento
A	(1,2) (2,3) (3,4) (5,6)
E	(1,7) (1,9) (2,4) (4,9) (7,9)
I	(4,9) (5,8) (5,9) (6,8)
O	(1,3) (1,4) (1,8) (2,5) (2,6) (2,9)(3,5)(3,6) (4,5) (4,6) (4,7) (4,8) (7,8)
U	(1,5) (1,6) (2,7) (2,8) (3,7) (3,8) (4,10) (5,7) (6,7) (6,9) (8,9) (8,10)
X	(1,10) (2,10) (3,10) (5,10) (6,10) (7,10) (9,10)

Fuente: Textiles Betex

- **Diagrama relacional de recorrido y/o actividades:**

En base a la tabla relacional de actividades elaboramos el diagrama relacional de actividades, esto nos permitirá observar gráficamente todas las actividades en estudio de acuerdo a su grado o valor de proximidad entre ellos.

Tabla 83.-Identificación de proximidad

Código	Valor de proximidad	Color
A	Absolutamente necesario	
E	Especialmente necesario	
I	Importante	
O	Normal u ordinario	
U	Sin importancia	
X	No recomendable	

Fuente: Textiles Betex

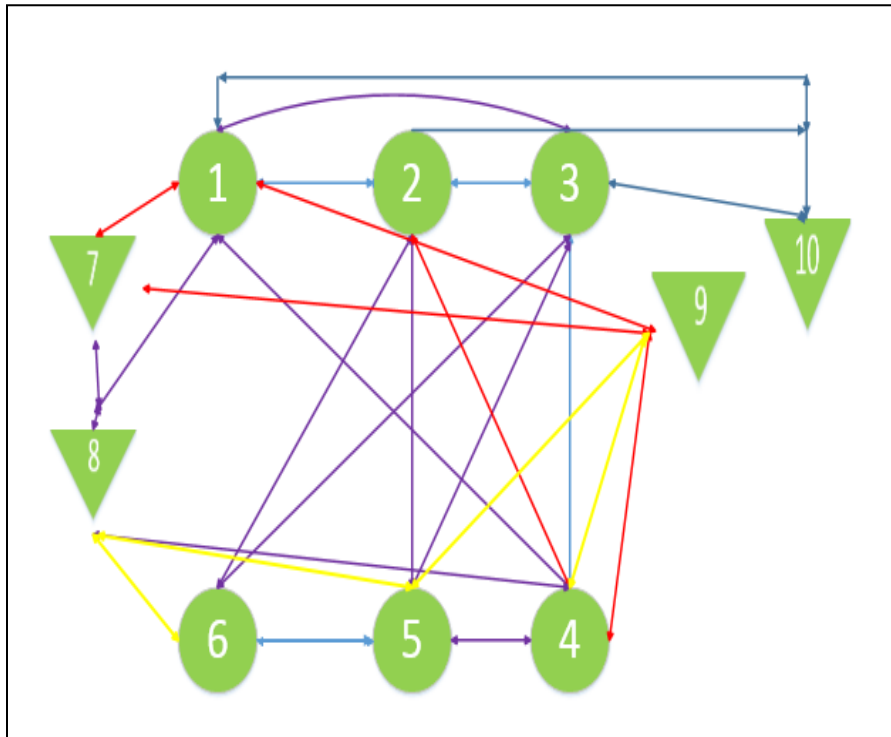


Ilustración 29.-Diagrama relacional de actividades

Fuente: Textiles Betex

Tabla 84.- Leyenda de operaciones

Operaciones	
①	Tejido
②	Depilado
③	Remalle
④	Corte
⑤	Planchado
⑥	Etiquetado
▽7	Almacem de M.P
▽8	Almacem P.T.
▽9	Almacem Prod Proc
▽10	Almacem General

Fuente: Textiles Betex

3.2.1.2 Disposición propuesta:

Luego de realizar la elaboración sistemática de la planta tomando en cuenta los ocho factores y la tabla relacional de áreas, se diseña la siguiente disposición de planta que facilitaría el flujo de las operaciones.

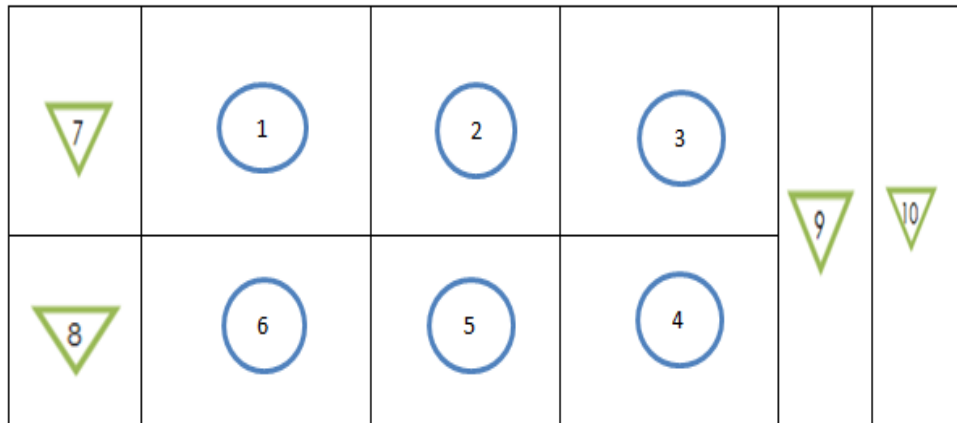


Ilustración 30.- Disposición propuesta

Fuente: Textiles Betex

- Balance de línea:

Para realizar un balance de línea se detallara el tiempo de fabricación en cada etapa para luego proceder a realizar los cálculos:

Tabla 85.- Tiempo de Operaciones

Número asignado	Descripción de actividad	Tiempo de operación (seg)
3	Tejido	1027,2
4	Depilado	196
5	Volteado de calcetines	398
6	Remalle	178
7	Corte	76
8	Teñido	915
9	Planchado	602
10	Etiquetado	172
11	Enfranjado	50
	T ciclo =	3614,2

Fuente: Textiles Betex

Teniendo los tiempos de fabricación de los calcetines procedemos a calcular la eficiencia de la línea:

Tabla 86.- Eficiencia de Línea

Tipo	Valor
Tiempo de cadencia (segundos/docenas)	1027,2
Ritmo de Producción (docenas/segundos)	0,00097352
Producción (docenas/hora)	3,5046729
Eficiencia de la línea	70.37 %

Fuente: Textiles Betex

Se busca mejorar la eficiencia a través de la unión de estaciones, eliminando o disminuyendo:

Tabla 87.- Balance de línea

Situación Actual			Situación propuesta				
Actividad	Estaciones	T. de ope	Nuevas Estaciones	Actividades	Nuevo T. de Operación	t's/tcad	Número de Operarios
3	I	1027.2	I	3	1027.2	1.00	1
4	II	196	II	4 +	594	0.58	1
5	III	398		5			
6	IV	178	III	6 +	254	0.25	1
7	V	76		7			
9	VI	602	IV	9	602	0.59	1
10	VII	172	V	10 +	222	0.22	1
11	VIII	50		11			

Fuente: Textiles Betex

3.2.2 Implementación de las “5S”

La implementación de las 5s que se desarrollo estuvo basada en la metodología propuesta por Bonilla Et.Al. (2010)

a. Seiri (clasificación):

En primera instancia se inició con la cuantificación de los elementos existentes en cada proceso para poder clasificarlos como: necesarios e innecesarios. Luego de la descripción y conteo de los elementos se procedió a clasificarlos con tarjetas rojas que nos sirvieron como herramientas de ayuda.

Tarjeta Roja: Se empleara para poder señalar los elementos que se deben vender, tirar, mover.

BETEX S.A.C		TARJETA ROJA	
TARJETA ROJA			
CATEGORIA:			
MAQUINARIA	<input type="text"/>	MATERIA PRIMA	<input type="text"/>
ACCESORIOS	<input type="text"/>	INVENTARIO	<input type="text"/>
HERRAMIENTAS	<input type="text"/>		<input type="text"/>
NOMBRE DEL ELEMENTO _____			
CANTIDAD _____			
DISPOSICION			
	TRANSFERIR:	<input type="text"/>	
	ELIMINAR:	<input type="text"/>	
	INSPECCIONAR:	<input type="text"/>	
FORMA DE DESECHO			
	TIRAR:	<input type="text"/>	
	VENDER:	<input type="text"/>	
	MOVER A OTRA AREA	<input type="text"/>	
	REPARAR:	<input type="text"/>	
COMENTARIO _____			

Ilustración 31.-Tarjeta roja Betex

Fuente: Textiles Betex

Clasificación de elementos por áreas de trabajo:

Los elementos encontrados en cada área que no se emplean y generan desorden en las distintas operaciones son:

Tabla 88.- Elementos que generan desorden

Área	Descripción	Disposición
Tejido	Maquina tejedora en desuso.	Vender
Tejido	Caja de calcetines.	Desechar
Remalle	Caja de medias en proceso.	Desechar
Depilado	Caja de medias en proceso.	Desechar
Depilado	Mesa de madera.	Mover
Planchado	Caja de medias en proceso.	Mover
Planchado	Cajas de medias.	Mover
Etiquetado	Bandeja naranja de medias.	Mover
Herramientas	Caja de medias.	Desechar
Otros	Caja de medias.	Desechar
Otros	Caja grande de medias.	Mover

Fuente: Textiles Betex

Colocación de tarjetas rojas:

Se tomó algunas fotos para apreciar la clasificación:



Ilustración 32.- Clasificación en área de tejido

Fuente: Textiles Betex



Ilustración 33.-Clasificación en área de remalle

Fuente: Textiles Betex



Ilustración 34.- Clasificación en almacén

Fuente: Textiles Betex

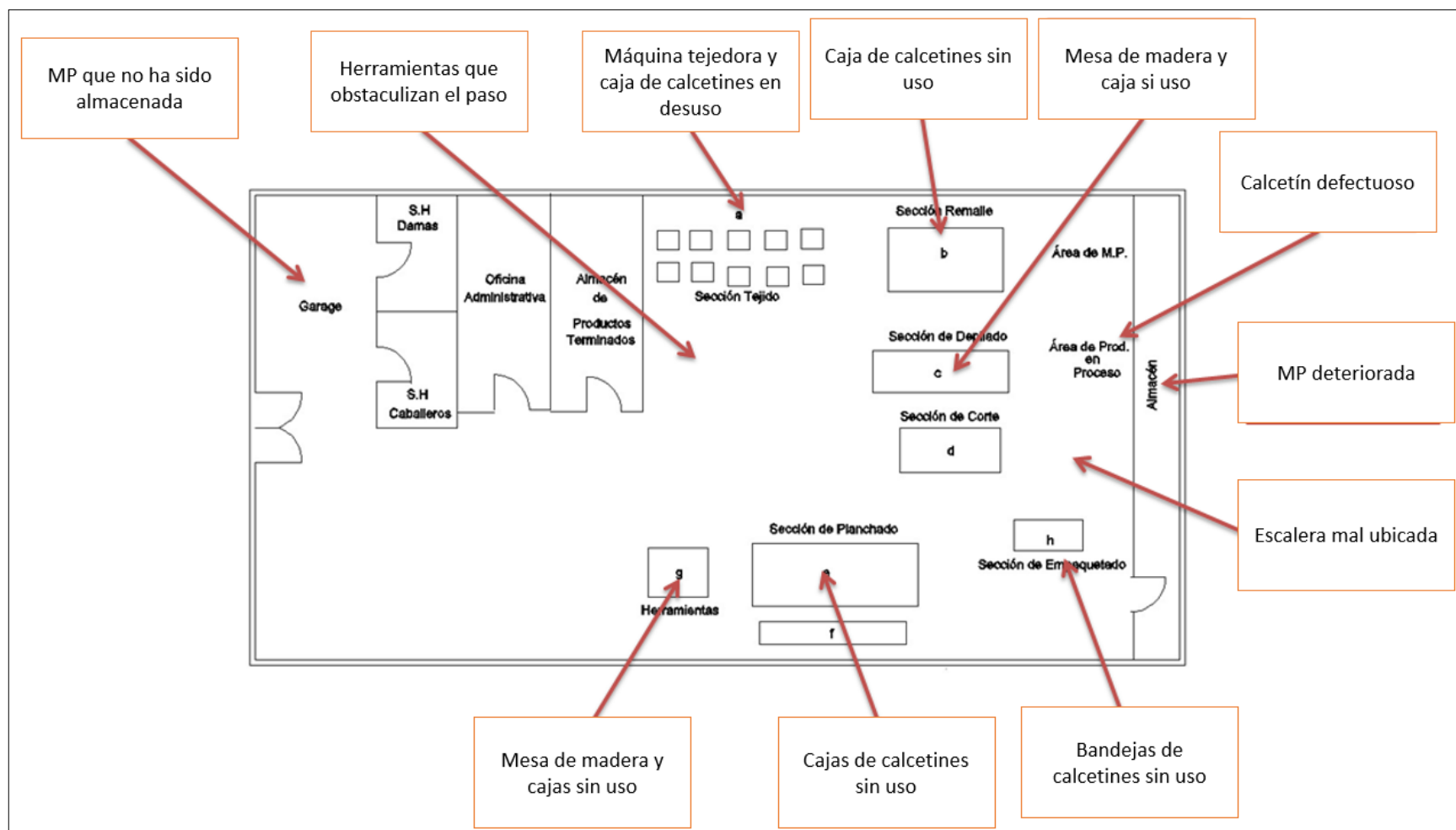


Ilustración 36.- Layout de elementos innecesarios por áreas

Fuente: Textiles Betex

b. Seito (orden):

El principal objetivo en esta etapa es que exista un lugar para cada artículo, adecuado a las rutinas de trabajo, listos para utilizarse y con su debida señalización.

Asignación de áreas para cada artículo:



Ilustración 35.- Señalización de áreas

Fuente: Textiles Betex

c. Seiso (limpiar):

Objetivo:

Evitar o al menos disminuir la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo de forma tal que desaparezcan las causas que producen el deterioro o el mal hábitat de trabajo.

Procedimiento de inspección visual:

1. Asegúrese de que la iluminación del área de trabajo sea adecuada.

Encienda todas las luces o utilice una linterna brillante de luz blanca.

2. Busque sistemáticamente polvo en cada superficie horizontal en el área de trabajo y 2 pies más allá.

Trabaje desde el área más alejada hacia la entrada.

Revise cuidadosamente cada superficie.

3. En caso de que encuentre polvo visibles, vuelva a limpiar el área de trabajo y repita el paso
4. Después de que haya observado cuidadosamente todas las superficies y no haya encontrado polvo, continúe con el procedimiento de verificación de limpieza o aprobación.

Planificación de la limpieza:

Tener en cuenta los implementos necesarios para realizar una buena limpieza de las áreas.

d. Seiketsu (estandarizar):

Objetivo:

Desarrollar las condiciones de trabajo que eviten reprocesos en las primeras 3”S”.

En esta etapa se realizó:

- Estandarizar todo y hacer visible los estándares utilizados
- Implementar métodos que faciliten el comportamiento apegado a los estándares

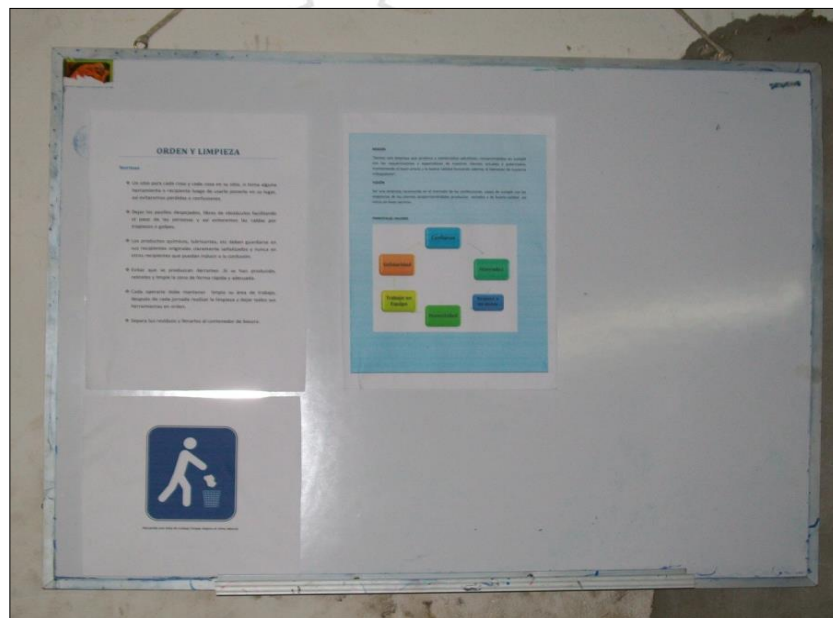


Ilustración 36.- Mural de implementación

Fuente: Textiles Betex

- Compartir la información:

Mantenimiento de cada área de trabajo limpia evitando la contaminación y proporcionando un mejor producto.

Es más fácil trabajar en un área limpia que en una desordenada o mal organizada.

Es fácil que se acumulen desperdicios en el área de trabajo si no se limpia inmediatamente.

e. Shitsuke (disciplina):

Objetivo:

Alcanzar una calidad de "museo" en todas las áreas de la empresa, desde individuos hasta la organización

Documentos que se deben archivar para dar fiel cumplimiento al programa de limpieza y desinfección:

1. Formatos:

- Control diario de limpieza y desinfección de cada una de las áreas
- Formato de rotación de desinfectantes

2. Documentos del programa

- Fichas técnicas actualizadas de los productos de limpieza y desinfección
- Procesos de limpieza y desinfección

3. Documentos a publicar

- Protocolos de uso de los productos de limpieza y desinfección
- Cronograma de rotación de desinfectantes

Evaluación de la mejora y fomentación de las 5s, cada solución encontrada se efectivizará mediante una acción



Ilustración 37.- Capacitación para estandarización de actividades

Fuente: Textiles Betex

3.2.3 Implementación de dispositivos poka-yoke:

Con este sistema se buscó Identificar en primera instancia las condiciones específicas que provocan productos defectuosos y los principios que guían la prevención de defectos aplicando el método de siete pasos para la prevención de defectos en el propio lugar de trabajo.

1. Descripción de defectos y tasa de defectos:

Los niveles de producción mensuales generan una proporción de calcetines defectuosos lo cual genera costos en materia prima, materiales directos, mano de obra directa, costos indirectos de fabricación.

Estos niveles los encontramos en la Tabla 44

2. Procesos donde se evidencian los productos defectuosos:

Los procesos críticos que se analizaron fueron los más representativos de la tercera casa de la calidad porque son los más influyentes ya que modifican el producto es donde se tiene que tener más rigurosidad en el control para poder identificar y prever los productos defectuosos.

Tabla 89.- Proporción de Defectuosos

Defectuosos por proceso	
Planchado	31,1%
Tejido	23,9%
Teñido	22,2%
Remalle	20,5%

Fuente: Textiles Betex

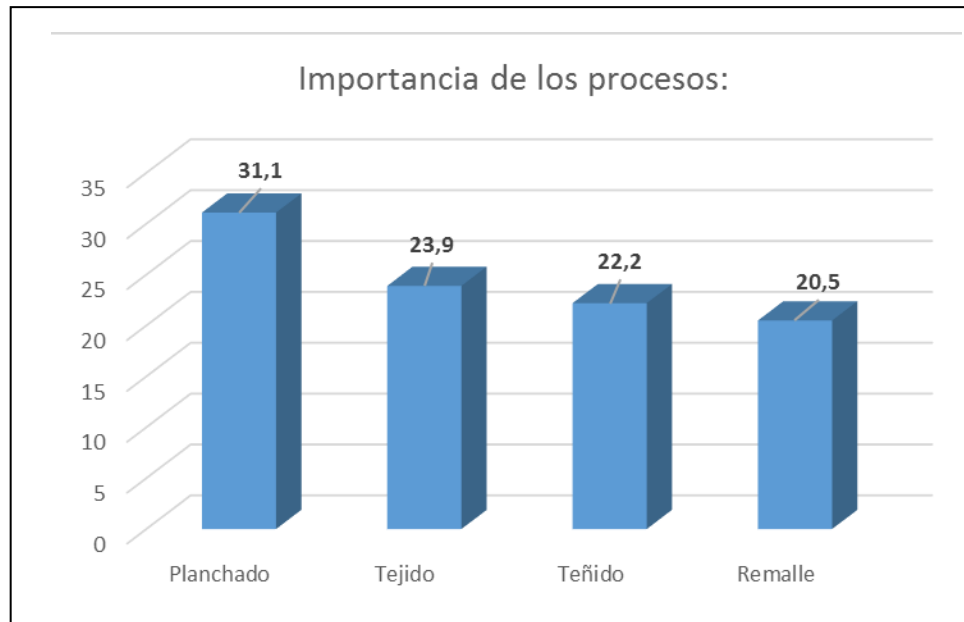


Gráfico 23.- Proporción de defectuosos en operaciones

Fuente: Textiles Betex

3. Elementos estándar en operaciones donde se producen los defectos:

Defectos encontrados en las 4 operaciones que no cumplen con los requisitos del cliente.

Tabla 90.-Detección de Defectuosos en Operaciones

Operación	Problemas de calidad (efecto)
Tejido	Tira de calcetines con mal diseño.
Tejido	Tira de calcetines manchados con aceite.
Tejido	Calcetín sin terminar y paro de maquinaria.
Depilado	Calcetín deshilachado.
Depilado	Calcetín incompleto.
Remallado	Calcetín mal remallado.
Planchado	Calcetín quemado.

Fuente: Textiles Betex

4. Identifique los errores o desviaciones de los estándares en la operación donde se producen los defectos:

En la fabricación del calcetín se tiene un valor agregado por al producto final por tanto describiremos cada proceso:

Tabla 91.- Inspección visual de defectos en el producto

Proceso	Elemento	Tipo	Comienzo	Término
Operación de planchado	Preparar calcetín	Tmm	Coger calcetín	Voltear calcetín
Operación de planchado	Colocado calcetín	Tmm	Voltear calcetín	Colocar y estirar en molde
Operación de planchado	Calcetín planchado	Tmm	Colocar y estirar en molde	Acomodar en mesa
Operación de tejido	Tejido de tira de calcetines	Tm	Formación de la media en la máquina	Colocación de tira de calcetines en maquina
Operación de remalle	Preparar calcetines	Tpm	Coger calcetines	Colocar calcetines en la remalladora
Operación de remalle	Remallado	Tmm	Colocar calcetines en la remalladora	Remallar las medias en fila
Operación de remalle	Colocar en cajas	Tpm	Remallar las medias en fila	Colocar en cajas

Fuente: Textiles Betex

El único control que se tiene hasta el momento es el de inspección.

- **Problemas en la calidad:**

Se enlista los problemas de calidad que se identificaron en el área de trabajo, se tendrá en cuenta si existe una relaciona alta o baja entre los defectos y errores.

Tabla 92.- Cuadro de relación

Operación	Símbolo	Codificación	
Tejido	T	Relación alta	1
Depilado	D		
Remallado	R	Relación baja	2
Planchado	P		

Fuente: Textiles Betex

- **Matriz de relación entre los defectos y errores en las áreas de producción:**

Con este cuadro se podrá elaborar un plan de acción para establecer controles y así poder reducir la cantidad de productos defectuosos. En este cuadro se evidencia cuáles son los procesos y las principales causas de los defectos en los calcetines:

Tabla 93.- Relación entre defectos y errores

Defectos VS errores	Olvidos/ inadvertidos	Desconocimiento/ inexperiencia	Identificación	Voluntario	Lentitud o aceleración	Falta de estándar	Sorpresa	Intencional
Proceso omitido		(1) D						
Proceso defectuoso	(2) P,D	(2) D, P	(1) P			(2) D,R,P		(2) T
Piezas omitidas				(1) T				
Proceso equivocado		(2) P						
Operación defectuosa		(2) P	(1) P		(2) D, T,P		(2) D,T,P,R	(1) P
Ajuste defectuoso	(2) T,P		(1) P		(2) D, T,P	(2) D,R,P		(1) P
Montaje defectuoso		(1) T				(2) T		
Herramientas/ útiles mal preparados		(2) T, D, R						

Fuente: Textiles Betex

5. Identificación, errores y desviaciones de los estándares en la operación:

En la tabla N° 59 se señala la técnica y el método poka yoke que se utilizarán para los defectos identificados

Tabla 94.- Descripción de dispositivos y técnicas poka yoke

Técnica	Predicción	Detección	Tipo de inspección	Método poka yoke
Cese o suspensión de actividades	Cuando un error esta por ocurrir	Cuando un error o defecto ya ha ocurrido	De criterio, informativa, en la fuente, auto-inspección, subsecuente	De contacto, de valor fijo, de paso-movimiento
Control	Los errores son imposible de detectar	Los artículos defectuosos no pueden moverse a la siguiente operación	De criterio, informativa, en la fuente, auto-inspección, subsecuente	De contacto, de valor fijo, de paso-movimiento

Fuente: Textiles Betex

6. Identifique el tipo de dispositivo poka yoke que se requiera para prevenir el error, errores y desviaciones de los estándares en la operación:

Tabla 95.- Dispositivos poka yoke en cada operación

Proceso	Técnica	Detección	Tipo de inspección
Tejido	Cese o suspensión de actividades	Mecanismo vigilancia: - Tensión del hilo - Acabado del hilo - Agujas - de Inicio - Hilado de talón - de goma - Presión de aire - Hilos vanizados	Sensor (de contacto: el sensor detecta las anomalías)
Depilado	Control	Observación de calcetín: - Mal diseño - Manchado con aceite - Deshilachado - Incompleto	De criterio: (de valor fijo: el calcetín es comparados normalmente contra un estándar y los artículos defectuosos son descartados)

Remallado	Control	Observación de calcetín: - Mal depilado - Manchado con suciedad - Mal remallado	De criterio: (de valor fijo: el calcetín es comparados normalmente contra un estándar y los artículos defectuosos son descartados)
Planchado	Control	Observación de Calcetín quemado	De criterio: (de valor fijo: el calcetín es comparados normalmente contra un estándar y los artículos defectuosos son descartados)
Planchado	Control	Control de tiempo con temporizador (rango establecido)	Auto-inspección: (de paso-movimiento: La persona que realiza el trabajo verifica la salida y toma una acción correctiva inmediata)

Fuente: Textiles Betex

7. Elaboración del dispositivo poka yoke:

Los mecanismos propuestos serán analizados en la segunda etapa Hacer.

Tabla 96.- Mecanismos propuestos

Proceso	Detección	Tipo de inspección
Tejido	Mecanismo vigilancia	Sensor (de contacto: el sensor detecta las anomalías)
Depilado	Observación de calcetín	De criterio: (de valor fijo: el calcetín es comparados normalmente contra un estándar y los artículos defectuosos son descartados)
Remallado	Observación de calcetín	De criterio: (de valor fijo: el calcetín es comparados normalmente contra un estándar y los artículos defectuosos son descartados)
Planchado	Observación de calcetín	De criterio: (de valor fijo: el calcetín es comparados normalmente contra un estándar y los artículos defectuosos son descartados)
Planchado	Control de tiempo con temporizador (rango establecido)	Auto-inspección: (de paso-movimiento: La persona que realiza el trabajo verifica la salida y toma una acción correctiva inmediata)

Después de analizar los amfes de cada operación e identificar el mecanismo poka yoke más conveniente, se instaló diferentes sensores y dispositivos en las principales operaciones de las líneas para corregir las fallas.

- **Proceso de tejido:**

Se repotencio todos los sensores de las máquinas de tejido que controlan cuando se lleva a cabo el tejido de los calcetines.

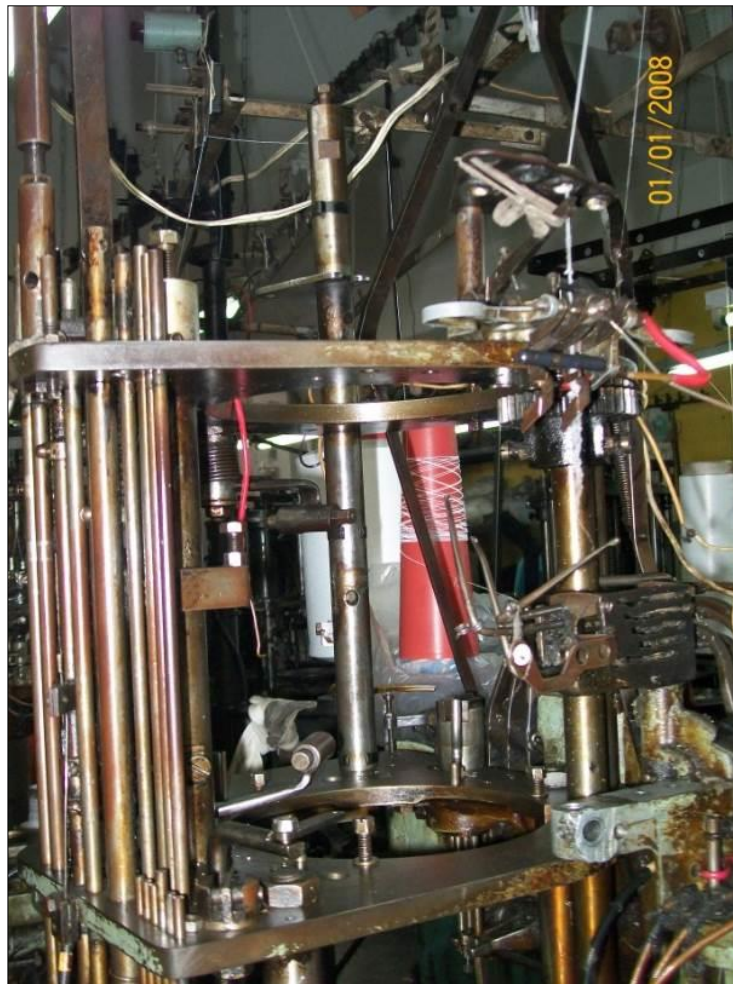


Ilustración 38.- Mecanismo de vigilancia de hilos vanizados

Fuente: Textiles Betex

Mecanismo de vigilancia de “Inicio” en el ciclo de fabricación del calcetín:



Ilustración 39.- Dispositivos poka yoke en máquinas tejedoras

Fuente: Textiles Betex

Se reparó los dosificadores de aceite para las piezas y cilindro:



Ilustración 40.- Dosificador de aceite

Fuente: Textiles Betex

- **Proceso de depilado:**

La implementación se inició con una capacitación al operario sobre las operaciones adicionales que se tendrían que hacer como las observaciones minuciosas (ojo de águila).

El control evitara en mayor proporción procesar productos innecesarios que al final serán desechados verificando si el calcetín tiene: un mal diseño, manchas de aceite, deshilachado, incompleto.



Ilustración 41.- Inspección visual- área de depilado

Fuente: Textiles Betex

- **Proceso de remallado:**

Para este proceso se realizaron capacitaciones sobre operaciones que se tienen que controlar como: verificar si el calcetín está mal depilado, manchas de aceite, el ritmo de trabajo debido a que el operario por momentos acelera o desacelera su producción y esto genera un acabado no tan bueno.

Observación y análisis de calcetines terminados que salen de este proceso (detección de calcetines defectuosos)



Ilustración 42.- Dispositivo poka yoke en área de remallado

Fuente: Textiles Betex

- **Proceso de planchado:**

Se realizaron capacitaciones sobre las operaciones adicionales que se tendrían que realizar:

Por lo que la primera operación que realizara el operario será la inspección para verificar si el calcetín: está mal remallado, desteñido, o tiene puntos.

Otro problema es el ritmo de trabajo debido a que el operario por momentos acelera o desacelera su producción y esto genera un acabado no tan bueno.

3.2.4 Implementación del programa de mantenimiento preventivo y autónomo:

Objetivo:

- Determinar los lineamientos técnicos utilizados en el diseño de un programa de mantenimiento.
- Proponer un programa de mantenimiento que funcione eficientemente con el fin de reducir costos y aumentar la producción.

Pasos para la implementación del plan de mantenimiento autónomo:

- **Capacitación:**

La capacitación abarca el mantenimiento adecuado básicamente de los equipos y componentes de los mismos, es importante para su funcionamiento, disminuir los problemas de la producción y ser menos riesgosos.

El mantenimiento autónomo se llevara de acuerdo:

- Inspección diaria para limpieza en puntos donde se genera: fugas, contaminación, falta de lubricación.
- Lubricación básica periódica de los puntos específicos del equipo, calibración.
- Estandarizar el mantenimiento autónomo
- Reportar cualquier anomalía que con cumpla con las condiciones de uso de los equipos

La documentación que complementa el mantenimiento, serán “documentos vivos” que tienen que ir renovándose constantemente para evitar que existan imprevistos por falta de mantenimiento.

- **Asignación trabajador-máquina:**

Se asignara a cada trabajador en su área las maquinarias que utilizan para poder llevar un buen **registro** sobre los imperfectos que ocurren en cada máquina para darle mayor énfasis en el mantenimiento y se pueda reducir el tiempo de mantenimiento correctivo de darse el caso.

- **Instrucciones sobre el mantenimiento:**

Se tendrá un instructivo sobre el manejo de la maquinaria en cada área. Estos instructivos se tendrán a la mano por si existiese alguna duda sobre el manejo de la maquinaria y sus partes.

- **Seguimiento del mantenimiento (autónomo):**

Las fichas de **inspección diarias** (Ver Anexo 5) serán usadas para poder mantener la eficiencia de las maquinarias, esto generara mejores resultados en la producción.

Las fichas de **mantenimiento mensual** servirán para poder prever las condiciones en las que se encuentra cada parte crítica de la maquinaria y así estar preparado para que cualquier falla sea controlable.



Ilustración 43.-Operario realizando mantenimiento autónomo

Fuente: Textiles Betex

- **Seguimiento del mantenimiento (preventivo):**

El mantenimiento preventivo se realizará cada 4 meses porque la gravedad de sus fallas se debe a accesorios de la máquina de Tejido, en el Anexo 6 se puede visualizar el cronograma de estas actividades.

Habiendo seguido el procedimiento de las fichas, el técnico realizara un informe.

- **Formato para fallas en la maquinaria:**

Este documento será entregado al técnico por el operador para que pueda resolver de manera eficiente y rápida las fallas de la maquinaria.

Formato de Fallas de Máquinas		
Nº de Máquina	Descripción de Falla	EVIDENCIA FOTOGRÁFICA
1		
2		
3		

Ilustración 44 .- Formato de fallas

Fuente: Textiles Betex

3.2.5 Elaboración del plan de producción y MRP:

Durante el mes se generan varios pedidos, estos se registran y dependiendo de la cantidad y la planificación de la producción se comunica al cliente la fecha de entrega. A continuación se tiene la plantilla para el registro de pedidos que se utilizara para todos los meses, tomamos como referencia el mes de mayo.

Tabla 97.-Plantilla de pedidos

PEDIDO N°1		PEDIDO N°2		PEDIDO N°3	
Día de pedido:	01-may	Día de pedido:	05-may	Día de pedido:	09-may
Entrega Programada:	05-may	Entrega Programada:	08-may	Entrega Programada:	15-may
Tiempo de preparación		Tiempo de preparación		Tiempo de preparación	
Demora		Demora		Demora	
Hombre	62 docenas	Hombre	docenas	Hombre	100 docenas
Bebe	31 docenas	Bebe	75 docenas	Bebe	240 docenas
Mujer	27 docenas	Mujer	20 docenas	Mujer	135 docenas
PEDIDO N°4		PEDIDO N°5		PEDIDO N°6	
Día de pedido:	13-may	Día de pedido:	17-may	Día de pedido:	21-may
Entrega Programada:	19-may	Entrega Programada:	23-may	Entrega Programada:	25-may
Tiempo de preparación		Tiempo de preparación		Tiempo de preparación	
Demora		Demora		Demora	
Hombre	140 docenas	Hombre	90 docenas	Hombre	46 docenas
Bebe	200 docenas	Bebe	120 docenas	Bebe	75 docenas
Mujer	125 docenas	Mujer	80 docenas	Mujer	50 docenas
PEDIDO N°7		PEDIDO N°8		PEDIDO N°9	
Día de pedido:	24-may	Día de pedido:	28-may	Día de pedido:	30-may
Entrega Programada:	28-may	Entrega Programada:	03-jun	Entrega Programada:	05-jun
Tiempo de preparación		Tiempo de preparación		Tiempo de preparación	
Demora		Demora		Demora	
Hombre	70 docenas	Hombre	80 docenas	Hombre	150 docenas
Bebe	85 docenas	Bebe	110 docenas	Bebe	120 docenas
Mujer	50 docenas	Mujer	60 docenas	Mujer	90 docenas

Fuente: Textiles Betex

Demanda mensual:

En el cuadro podemos observar la información consolidada de las fechas y días según calendario de las cuales se generan los pedidos en docena de unidades de cada calcetín.

Tabla 98.- Demanda mensual

Modelo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Día		01-may	02-may	03-may	04-may	05-may
Calcetín de caballero		62				
Calcetín de bebé		31				
Calcetín de dama		27				
Día	07-may	08-may	09-may	10-may	11-may	12-may
Calcetín de caballero			100			
Calcetín de bebé			240			
Calcetín de dama			135			
Día	14-may	15-may	16-may	17-may	18-may	19-may
Calcetín de caballero	140			90		
Calcetín de bebé	200			120		
Calcetín de dama	125			80		
Día	21-may	22-may	23-may	24-may	25-may	26-may
Calcetín de caballero	46			70		
Calcetín de bebé	75			85		
Calcetín de dama	50			50		
Día	28-may	29-may	30-may	31-may		
Calcetín de caballero	80		150			
Calcetín de bebé	110		120			
Calcetín de dama	60		90			

Fuente: Textiles Betex

Entrega de pedidos

En el cuadro se muestran las fechas de entrega de los pedidos:

Tabla 99.- Entrega de pedido

Modelo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Día		01-may	02-may	03-may	04-may	05-may
Calcetín de caballero						62
Calcetín de bebé						31
Calcetín de dama						27
Día	07-may	08-may	09-may	10-may	11-may	12-may
Calcetín de caballero			62			
Calcetín de bebé			31			
Calcetín de dama			27			
Día	14-may	15-may	16-may	17-may	18-may	19-may
Calcetín de caballero		100				140
Calcetín de bebé		240				200
Calcetín de dama		135				125
Día	21-may	22-may	23-may	24-may	25-may	26-may
Calcetín de caballero			90		46	
Calcetín de bebé			120		75	
Calcetín de dama			80		50	
Día	28-may	29-may	30-may	31-may	01-jun	02-jun
Calcetín de caballero	70					230
Calcetín de bebé	85					115
Calcetín de dama	50					150

Fuente: Textiles Betex

En el siguiente cuadro tenemos los tiempos de operación cronometrados de cada línea de producción en segundos:

Tabla 100.-Cronometraje de cada línea de producción

Tiempo requerido (segundos/docena de pares)	Calcetines de caballero	Calcetines de bebé	Calcetines de dama
Tejido (cadencia)	1027,2	552	1080
Depilado	196	152	164
Voltear y alistar	398	366	362
Remalle	178	104	156
Corte e inspección	76	55,82	72
Teñido	915	182	810
Planchado	602	341,52	496
Etiquetado y embolsado	172	140,95	170
Enfranjado	50	40,44	48

Fuente: Textiles Betex

Calculamos las horas requeridas por cada línea de producción para cumplir con nuestra demanda semanal

Tabla 101.-Horas requeridas por semana con la cadencia

Necesidades brutas	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Enlace
Calcetín de caballero	62	62	240	136	70	230
Calcetín de bebé	31	31	440	195	200	115
Calcetín de dama	27	27	260	130	50	150

Fuente: Textiles Betex

Así también calculamos las horas semanales requeridas por cada operación.

Tabla 102.- Horas requeridas por operaciones

Necesidades brutas	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Enlace
Tejido (cadencia)	17,7	17,7	68,5	38,8	20	65,8
	4,8	4,8	67,5	29,9	30,7	17,6
	8,1	8,1	78	39	15	45
Depilado	5,9	5,9	43,5	21,6	14,5	24,2
Voltear y alistar	5,9	12,7	97,4	47,9	33,1	52,2
Remalle	12,7	5,1	35,8	18	11,4	21,2
Corte e inspección	5,1	2,3	17,1	8,5	5,6	9,6
Teñido	2,3	23,4	141,8	73,7	39,2	98
Planchado	23,4	17	1177	59,2	37,6	70
Etiquetado y embolsado	17	5,5	41	20,3	13,5	22,6
Enfranjado	5,5	1,6	11,7	5,8	3,9	6,5

Fuente: Textiles Betex

Teniendo en cuenta el horario de trabajo de la planta se realizó un ajuste en las horas requeridas de producción obteniendo las horas reales de producción.

Tabla 103.- Horas empleadas por operación

Necesidades brutas	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Enlace
Tejido (cadencia)	59,5	40	40	38,8	20	30
	4,8	6,2	66	29,9	30,7	17,6
	8,1	20,1	66	39	15	45
Depilado	13,9	12,4	35,8	21,6	14,5	17,4
Voltear y alistar	28,9	26,4	81,4	47,9	33,1	38,4
Remalle	12,4	11	28,9	18	11,4	15
Corte e inspección	5,4	4,9	14	8,5	5,6	7
Teñido	53	35,6	49,5	34,6	17,8	33,8
Planchado	41,5	36,5	94,6	59,2	37,6	49,2
Etiquetado y embolsado	12,5	11,4	33,9	20,3	13,5	16,6
Enfranjado	3,6	3,3	9,7	5,8	3,9	4,8

Fuente: Textiles Betex

Como resultado tenemos los niveles de producción que se tienen que realizar por semana para poder cumplir con la demanda.

Tabla 104.- Docenas de calcetines producidos por semana

Calcetines producidos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Enlace
Calcetín de caballero	208,5	140,2	140,2	136	70	105,1
Calcetín de bebé	31	40,6	430,4	195	200	115
Calcetín de dama	27	67	220	130	50	150

Fuente: Textiles Betex

- Planeación de requerimientos de materiales (MRP):

Teniendo el plan de producción como referencia procedemos a la elaboración del MRP con la cantidad demandada de insumos.

Recordemos que en este sistema MRP de Textiles Betex los datos que necesitamos de entrada son el programa maestro de producción con los datos del producto final disponible, la lista de materiales, listado de productos identificados componentes y cantidades necesarias para cada producto terminado y el registro de inventario con datos existentes, pedidos pendientes, stocks, tiempos de suministro.

Inventario Abril	Total
Calcetín de caballero	32
Calcetín de bebé	12
Calcetín de dama	15

Cantidad necesaria de producción:

Calcetines producidos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Enlace
Calcetín de caballero	176,5	140,2	140,2	136	70	105,1
Calcetín de bebé	9	40,6	430,4	195	200	115
Calcetín de dama	12	67	220	130	50	150

Identificamos la lista de materiales para cada docena de calcetines producidos:

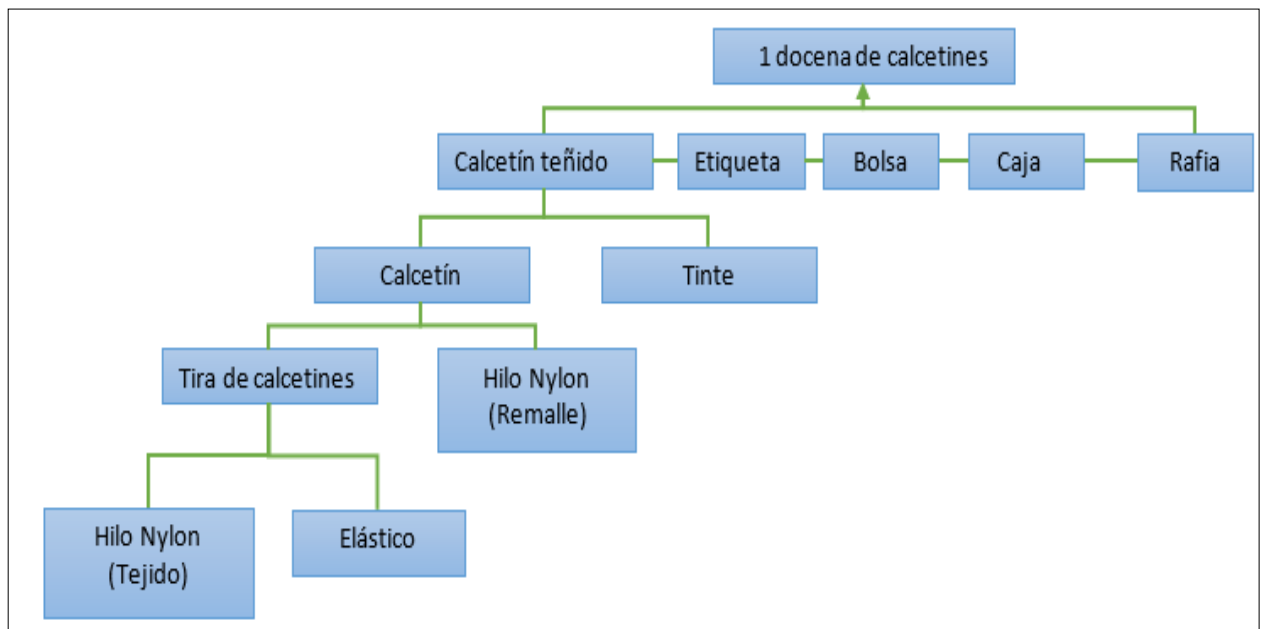


Gráfico 24.- Estructura de producto

Fuente: Textiles Betex

TABLA 105.- REQUERIMIENTOS PARA CADA LÍNEA DE CALCETÍN:

Código de producto	Descripción	Unidad de medida	Ratio	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Cierre de mes
001-001	Hilo nylon (tejido)	kg /docenas	0,282481	49.87	39.6	39.6	38.42	19.77
001-002	Elástico	kg/docena	0,001395	0.25	0.2	0.2	0.19	0.10
001-001	Hilo nylon(remalle)	kg /docenas	0,001393	0.25	0.2	0.2	0.19	0.10
001-004	Etiquetas	etiquetas/docena	12	2118	1682	1682	1632	840
001-005	Bolsas	1 bolsa /docena	1	2118	1682	1682	1632	840
001-006	Cajas	caja/ 6 docenas	6	15	12.00	12.0	11	6.00
001-007	Rafia	1metro /docena	1	176.53	140.19	140.19	136	70.00
001-001	Hilo nylon (tejido)	kg /docenas	0,056179	0.51	2.28	24.18	10.95	11.24
001-002	Elástico	kg/docena	7,86E-05	0.0	0.00	0.03	0.02	0.02
001-001	Hilo nylon (remalle)	kg /docenas	7,86E-05	0.0	0.00	0.03	0.02	0.02
001-004	Etiquetas	etiquetas/docena	12	108	487	5165	2340	2400
001-005	Bolsas	1 bolsa /docena	1	108	487	5165	2340	2400
001-006	Cajas	caja / 12 docenas	12	1.0	3.00	36	16	17.00
001-007	Rafia	0,5 metro /docena	0,5	4.5	20.28	215.22	97.5	100.00
001-001	Hilo nylon (tejido)	kg /docenas	0,2500	3.0	16.75	55.0	32.5	12.5
001-002	Elástico	kg/docena	0,0014	0.02	0.09	0.31	0.18	0.07
001-001	Hilo nylon (remalle)	kg /docenas	0,001556	0.02	0.1	0.34	0.20	0.08
001-004	Etiquetas	etiquetas/docena	12	144	804	2640	1560	600
001-005	Bolsas	1 bolsa /docena	1	144	804	2640	1560	600
001-006	Cajas	caja/ 6 docenas	6	2.0	11.00	37	22.00	8.00
001-007	Rafia	1metro /docena	1	12.0	67.00	220	130.00	50.00

Fuente: Textiles Betex

Con la cantidad de insumos demandados en cada línea, estos serán consolidados en una tabla ya que los insumos que necesitamos tienen las mismas características para las 3 líneas.

Tabla 106.- Resumen de requerimientos semanales

Código de producto	Descripción	Unidad de medida	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Cierre
001-001	Hilo Nylon	Kilogramos	53,64	58,93	119,35	82,28	43,7
001-002	Elástico	Kilogramos	0,26	0,29	54	0,39	0,18
001-004	Etiquetas	Etiquetas de caballero	2118	1682	1682	1632	840
001-005	Etiquetas	Etiquetas de bebé	108	487	5165	2340	2400
001-006	Etiquetas	Etiquetas de dama	144	804	2640	1560	600
001-007	Bolsas	1 bolsa	2370	2973	9487	5532	3840
001-008	Cajas	Cajas	18	266	85	49	31
001-009	Rafia	metros	193,03	227,47	575,4	362,5	220

Fuente: Textiles Betex

A partir de este punto se realizarán 7 tablas correspondientes de MRP.

Hacer los cálculos de MRP como un balance entrada-salida de lo que ocurrirá en cada uno de los periodos y en función de los tiempos de suministro adelantando el lanzamiento de pedido para que estuviera disponible en el periodo concreto.

Hemos obtenido las órdenes de producción y las órdenes de compra planificadas de cada uno de los componentes vinculados en función del nivel que ocupan dentro de la estructura del producto.

En coordinación con los proveedores se recopiló la información necesaria para enlistar nuestros requerimientos y lanzar pedidos por volúmenes.

Tabla 107.- Resumen mensual de abastecimiento de proveedores:

Código de producto	Descripción	Unidad de medida	Tiempo de suministro	Stock inicial	Tamaño de lote	Tipo de lote
001-001	Hilo Nylon	Kilogramos	1 semana	3	40	Máximo
001-002	Elástico	Kilogramos	1 semana	0,04	1	Mínimo
001-004	Etiquetas	etiquetas	2 semanas	200	5000	Pedido
001-005	Bolsas	bolsas	1 día	200	600	Pedido
001-006	Cajas	Cajas	1 semana	10	12	Pedido
001-007	Rafia	metros	1 día	20	100	Óptimo
002-001	Teñido	Doce docenas	1 día	0	90	Económico

Fuente: Textiles Betex

Procedemos a calcular las necesidades netas de nylon para lanzamiento.

Tabla 108.- MRP de hilo nylon

Tipo de insumo	Unidad	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Cierre
Necesidades brutas	KG		53,64	58,93	119,35	82,28	43,7
Existencias	KG		3	28,36	9,43	10,08	7,8
Pedidos pendientes	KG		5				
Necesidades netas	KG		51,64	30,57	109,92	72,2	35,9
Recepciones previstas	KG		80	40	120	80	40
Lanzamiento de pedido	KG	80	40	120	80	40	

Fuente: Textiles Betex

Procedemos a calcular las necesidades netas del elástico para lanzamiento.

Tabla 109.- MRP del elástico

Tipo de insumo	Unidad	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Cierre
Necesidades brutas	KG		0,26	0,29	0,54	0,39	0,18
Existencias	KG		0	0,49	0,19	0,66	0,27
Pedidos pendientes	KG		0,25				
Necesidades netas	KG		0,51	0	0,34	0	0
Recepciones previstas	KG		1	0	1	0	0
Lanzamiento de pedido	KG	1		1			

Fuente: Textiles Betex

Procedemos a calcular las necesidades netas de las etiquetas para lanzamiento.

Tabla 110.- MRP de etiquetas (unidades)

Tipo de insumo	Semana -1	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Cierre
Necesidades brutas	0	0	2370	2973	9487	5532	3840
Existencias	0	0	1200	3920	857	1369	837
Pedidos pendientes	0	0	0	0		0	0
Necesidades netas	0	0	1170	0	8631	4163	3003
Recepciones previstas	0	0	5000	0	10000	5000	5000
Lanzamiento de pedido	5000		10000	5000	5000		

Fuente: Textiles Betex

Procedemos a calcular las necesidades netas de envases para lanzamiento.

Tabla 111.- MRP de bolsas

Tipo de insumo	Unidad	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Cierre
Necesidades brutas	bolsas		2370	2973	9487	5532	3840
Existencias	bolsas		400	430	457	569	437
Pedidos pendientes	bolsas						
Necesidades netas	bolsas		1970	2543	9031	4963	3403
Recepciones previstas	bolsas		2400	3000	9600	5400	3600
Lanzamiento de pedido	bolsas		2400	3000	9600	5400	3600

Fuente: Textiles Betex

Procedemos a calcular las necesidades netas de cajas para lanzamiento.

Tabla 112.- MRP de cajas

Tipo de insumo	Unidad	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Cierre
Necesidades brutas	caja		18	26	85	49	31
Existencias	caja		10	4	6	5	4
Pedidos pendientes	caja						
Necesidades netas	caja		8	30	79	44	27
Recepciones previstas	caja		12	36	84	48	36
Lanzamiento de pedido	caja	12	36	84	48	36	

Fuente: Textiles Betex

Procedemos a calcular las necesidades netas de rafia para lanzamiento.

Tabla 113.- MRP de Rafia

Tipo de insumo	Unidad	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Cierre
Necesidades brutas	rollo		193,03	227,47	575,4	363,5	220
Existencias	rollo		50	56,97	29,5	54,1	90,6
Pedidos pendientes	rollo						
Necesidades netas	rollo		143,03				
Recepciones previstas	rollo		200	200	600	400	200
Lanzamiento de pedido	rollo		200	200	600	400	200

Fuente: Textiles Betex

A continuación consolidamos los requerimientos de los insumos.

Tabla 114.- Resumen de requerimientos

Tipo de insumo	Unidad	Semana -1	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Cierre
Nylon	kg		80	40	120	80	40	0
Etiqueta	unidades		1	0	1	0	0	0
Bolsas	unidades	5000	0	10000	5000	5000	0	0
Cajas	unidades		12	36	84	48	36	0
Rafia	m			200	200	600	400	200

Fuente: Textiles Betex

Estas plantillas de MRP se pueden aplicar para tener un adecuado aprovisionamiento mensual de insumos y cumplir con las entregas sin sufrir contratiempos.

3.2.6 Desarrolló de actividad de reconocimiento al personal:

Por medio de la motivación podemos involucrar a todo el personal para el logro de los objetivos de la empresa en este caso mejorar la productividad.

A continuación describimos la actividad que se desarrolló como partida inicial para los operarios.

- **Premio por puntualidad y asistencia**

Consiste en un registro mensual, donde se coloca los puntos que acumulan los trabajadores por asistir temprano a la empresa durante un mes.

Por cada asistencia puntual a la empresa se gana un punto, y por cada día de inasistencia o tardanza se le resta un punto al trabajador, a fin de mes realizo el conteo del registro y el que obtuvo mayor cantidad de puntos fue premiado por los dueños de la empresa con el reconocimiento del trabajador del mes y se le obsequio un canasta pequeña de víveres. El primer trabajador en obtener este reconocimiento fue el Operario de la Máquina pre hormadora.



PUNTUALIDAD Y ASISTENCIA	+ 1	
TARDANZAS O INASISTENCIAS	- 1	

Gráfico 25.- Puntuación

Fuente: Textiles Betex

3.2.7 Despliegue de función de calidad (QFD):

Requerimiento de los consumidores:

El objetivo es determinar los principales requerimientos en el mercado de calcetines y establecer los atributos que deben reunir los productos de la empresa con propósito de afinar los resultados de nuestra investigación.

Se utilizó el **modelo enfocado** de las cuatro fases, únicamente en cuatro fases matriciales (Planeamiento de Producto, Diseño de Producto, Planeamiento de Procesos y Planeamiento del Control de Procesos).

FASE I: Matriz de planeación o concepción HOQ

Requerimiento de los clientes:

La encuesta está dirigida a determinar los requerimientos de los consumidores para el posicionamiento de Betex frente a la competencia en el mercado de calcetines en términos de los siguientes requerimientos:

Tabla 115.- Requerimientos de los clientes

Requerimiento	Atributo
Suavidad	Fácil de colocar, se amolda al pie, no le hace sudar. Para ello, debe cumplir con estándares de estiraje (elasticidad del calcetín) de ancho y largo del calcetín.
Acabado	Se amolda al pie, porque presenta talón y puntera, no como otros calcetines que son tubulares (se la pone por cualquier lado), además presenta una costura de cierre de puntera.
Elasticidad	El calcetín debe tener Nylon (95%) y elástico (5%), éste último no sólo de refuerzo sino también para darle elasticidad.
Solidez de color	Uso de reactivos para fijar los colores, y tengan resistencia al lavado y a la luz (pruebas de solidez).
Durabilidad	Pruebas al desgaste y frotación a la trama del tejido, para medir que no se destiñen, no se deforme el puño (se queme el elástico, es decir se cuarteo), y verificar que las costuras no revienten con el uso.
Presentación del Producto	Innovadores y atractivos diseños, que guarden elegancia, moda, y creatividad.
Ajuste	Plana, el puño del calcetín no marca el pie.

Fuente: Elaboración Propia

Se comenzó con la recopilación de requerimientos del producto más influyentes en los consumidores.

Los entrevistados fueron 18 personas de nuestro segmento de mercado de manera directa en los centros de venta de nuestros productos.

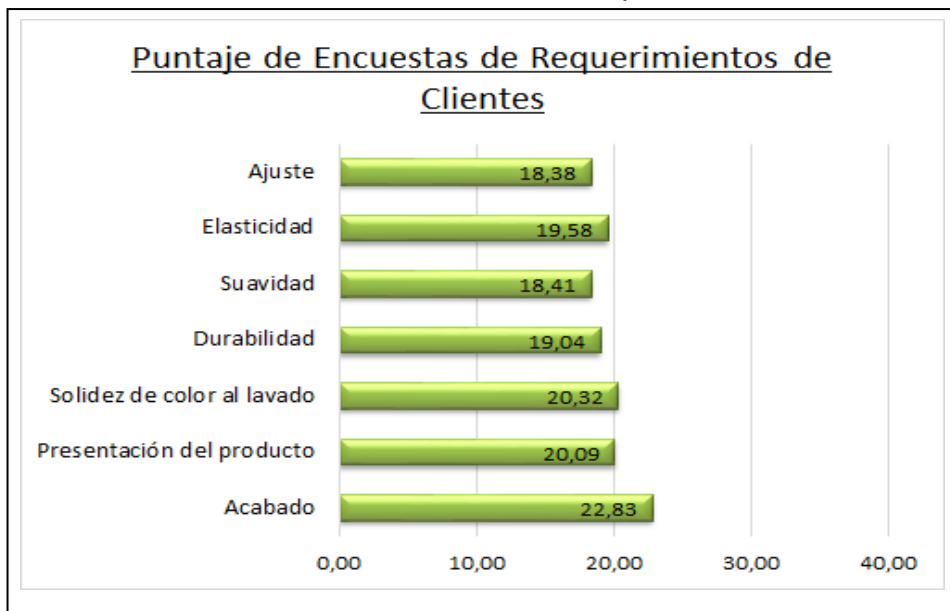


Gráfico 26.- Puntaje de requerimientos de clientes

Fuente: Textiles Vetes

Las encuestas efectuadas permitieron identificar el nivel de prioridad de los atributos de calidad y precio. Anexo 8

Habiendo recopilado las expectativas del cliente continuaremos con el proceso de desarrollo. A continuación mostramos el diagrama de afinidades:

Tabla 116.- Puntaje y porcentaje de requerimientos de los clientes

Requerimiento	Puntos totales	%
Acabado	22,83	16%
Presentación del producto	20,09	14%
Solidez de color al lavado	20,32	15%
Durabilidad	19,04	14%
Suavidad	18,41	13%
Elasticidad	19,58	14%
Ajuste	18,38	13%
Total	138,66	100%

Fuente: Textiles Betex

Ahora fue necesario convertir la voz del cliente en un lenguaje técnico para lo cual se coordinó con el jefe de producción y los dueños de la empresa.

Tabla 117.- Leyenda de correlación

Símbolo	Grado de correlación entre AT
--	Fuertemente Negativo
-	Negativo
+	Positivo
++	Fuertemente Positivo

Fuente: Textiles Betex



Luego se procedió a evaluar la correlación que existe entre los atributos técnicos (los “cómo”) que darán solución a los requerimientos del cliente (los “Que”):

Tabla 118.- Correlación entre atributos y requerimientos del cliente

Atributos	Calidad de insumo	Solidez de color	Costura	Tejido	Condiciones de lavado	Resistencia al desgarro	Estiramiento	Diseño								
Calidad de insumos																
Solidez de color									++							
Costura									+							
Tejido																
Información de condiciones de lavado									+	+		-				
Resistencia al desgarro y rotura										-	+	++				
Estiramiento											+			+		
Diseño												+				

Fuente: Textiles Betex

Primera casa de la calidad (QFD)

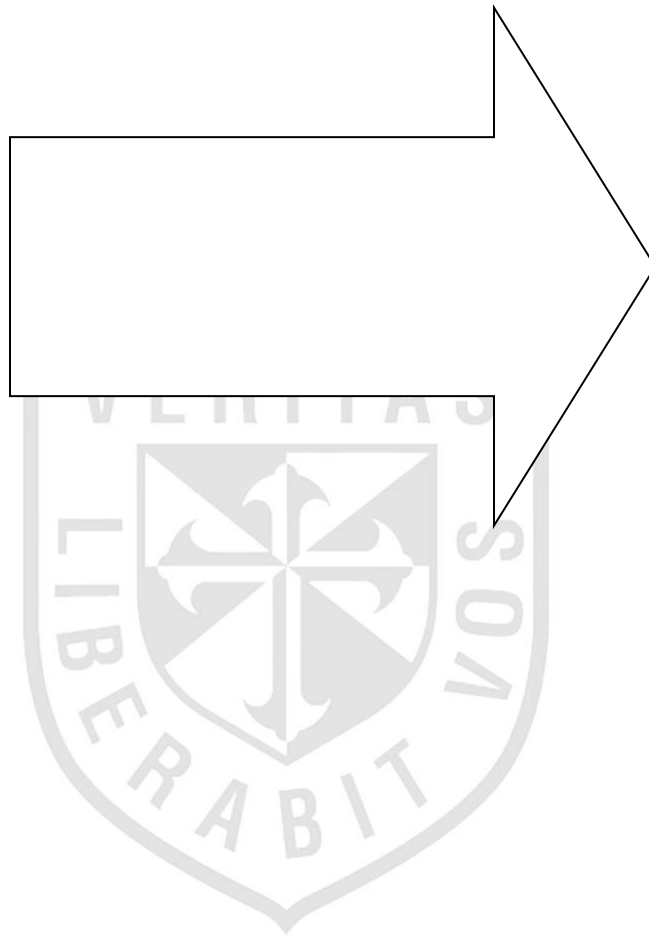


GRÁFICO 27.-PRIMERA CASA DE LA CALIDAD –
BETEX

Fuente: Textiles Betex

Análisis sobre la primera casa de la calidad:

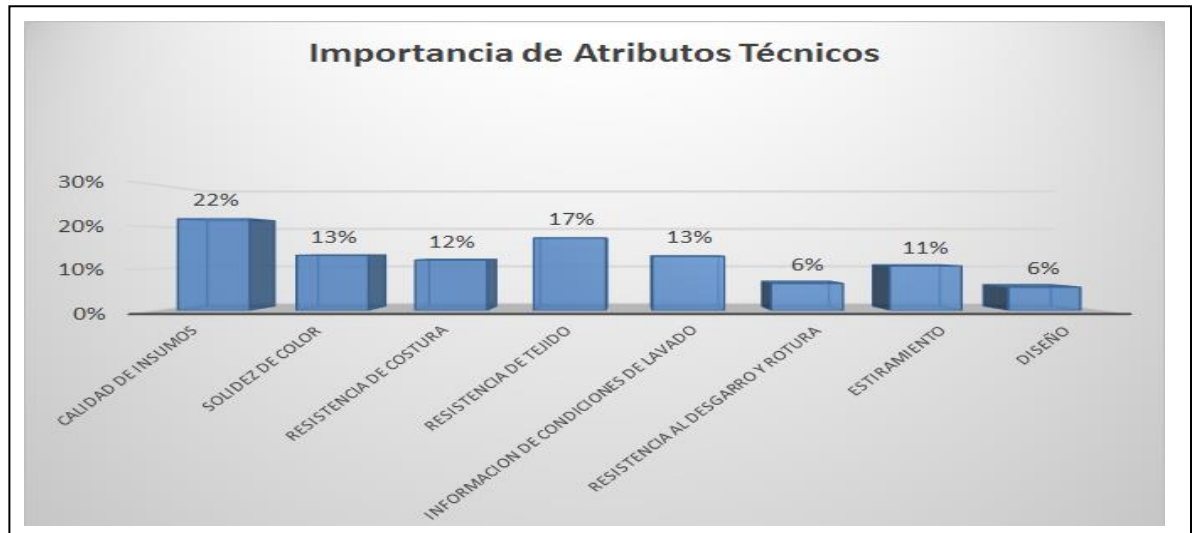


Gráfico 28.- Importancia de los atributos técnicos

Fuente: Textiles Betex

El jefe de producción y los dueños de la empresa han determinado los atributos técnicos definidos en una primera instancia por el cliente.

Tabla 119.- Propuestas de mejora para los atributos técnicos

N	Atributo	Características de Mejora
1	Calidad de insumos	Mejorar el control de calidad de materia prima.
2	Solidez de color	Mejorar el control de calidad de materia prima.
		Mejorar el control de los procesos.
3	Resistencia de costura	Intensificando el control de guías y bases.
		Intensificando el control del cierre de la puntera.
		El asesoramiento y reparación de las máquinas.
		Mejorar nuestros Software de cierre de puntera.
4	Tejido	Calibración de máquinas tejedoras.
		Control de estiraje del puño.
5	Condiciones de lavado	Elásticos que cumplan con los estándares.
		Nylon que cumplan con los estándares.

Fuente: Textiles Betex

FASE II: Matriz de despliegue de partes o diseño de calidad: segunda casa de la calidad:

Habiendo identificado los atributos técnicos del producto en la casa anterior procedemos a realizar la segunda casa para hacer una evaluación de los insumos empleados en la fabricación de calcetines

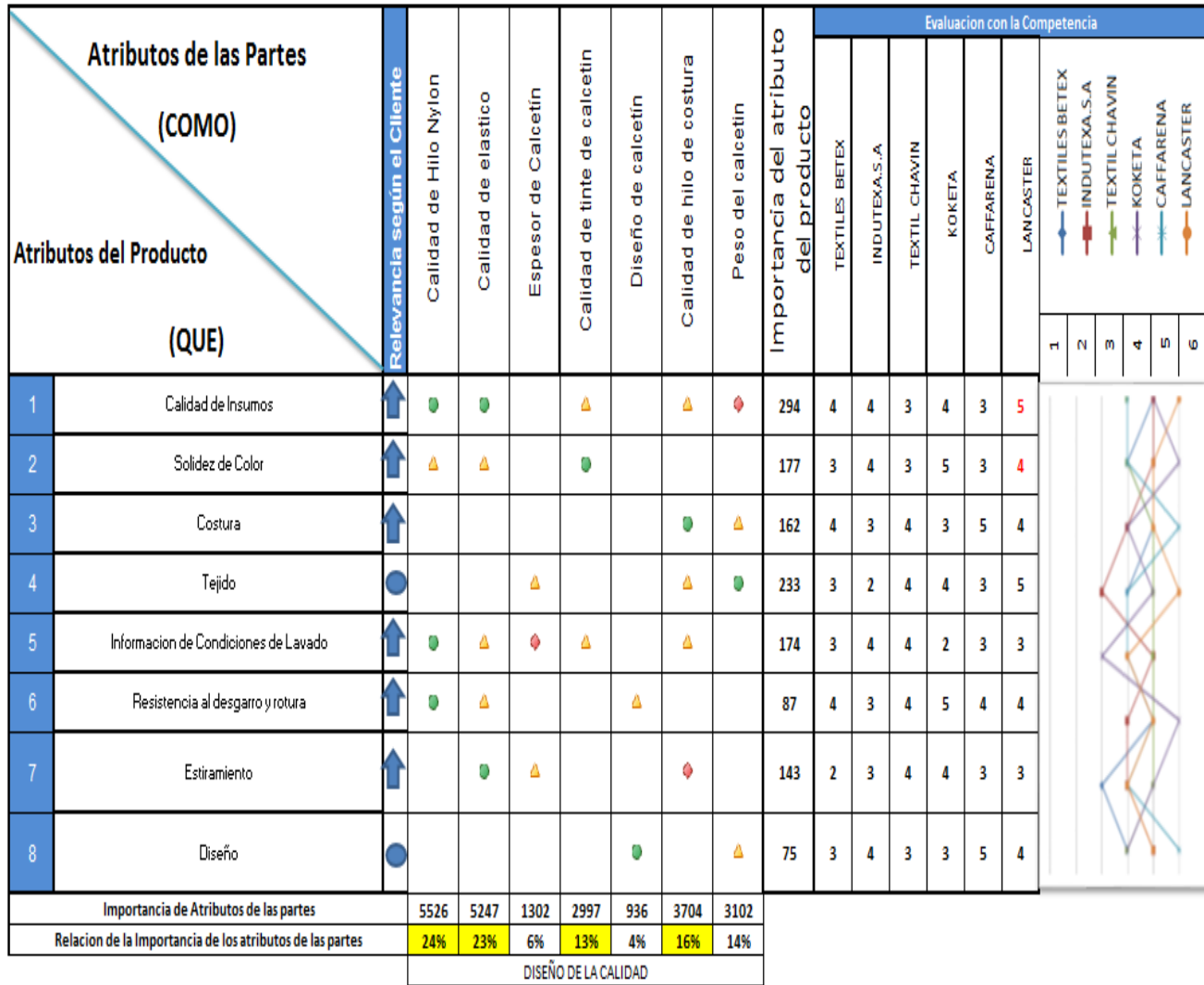


Gráfico 29.- Segunda Casa de la Calidad –Betex

Fuente: Elaboración Propia

Evaluando los atributos de las partes podemos considerar como las más influyentes:

- ✓ Calidad de hilo nylon
- ✓ Calidad de elástico
- ✓ Calidad de hilo de costura
- ✓ Peso del calcetín

Las dos primeras se tienen que mantener para que el calcetín cumpla con los otros requerimientos con los clientes.

Para tener en cuenta la humedad óptima que el producto necesita y no pierda sus propiedades es necesario hacer un diseño de experimento con esta variable como principal.

El resultado de este experimento involucra la temperatura de planchado 50 grados centígrados y el tiempo de planchado es de 23 a 25 segundos.

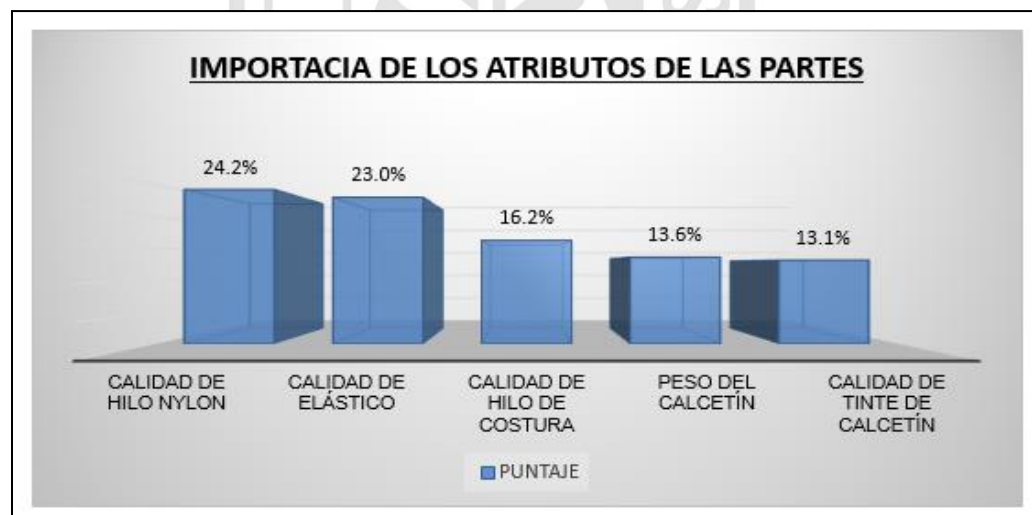


Gráfico 30.- Importancia de los atributos de las partes

Fuente: Textiles Betex

FASE III: Planeación del proceso / operaciones de calidad: tercera casa de la calidad:

Habiendo identificado los atributos de las partes del producto en la casa anterior procedemos a realizar la tercera casa para hacer una evaluación contra los atributos de los procesos (críticos) y establecer valores objetivos.

Atributos de los Procesos (COMO) Atributos de las Partes (QUE)		DISEÑO DE LA CALIDAD						Importancia del atributo del producto	Relacion de la Importancia	
		ATEX	TEJIDO	REMALLE	CORTE E INSPECCIÓN	TENIDO	PLANCHADO			ETIQUETADO Y EMBOLSADO
1	Calidad de Hilo Nylon		●	●	◆	●	●		4995	0,19
2	Calidad de elastico		●			●	●		5247	0,20
3	Espesor de Calcetín		▲		▲	◆	●		1302	0,05
4	Calidad de tinte de calcetin					●			2997	0,12
5	Diseño de calcetín		▲	▲	◆		◆	▲	936	0,04
6	Calidad de hilo de costura		▲	●			●		7061	0,28
7	Peso del calcetin		▲						3102	0,12
Importancia de Atributos de las partes			1E+05	1E+05	9837	1E+05	2E+05	2808		
Relacion de la Importancia de los atributos de las partes			24%	21%	2%	22%	31%	1%		
Valor Objetivo			552	104	56	182	342	141		
Preferencia por mejora			1	2	3	4	5	6		

Gráfico 31.- Tercera casa de la calidad -Betex

Fuente: Textiles Betex

En la tercera casa se verifica que los procesos que tienen mayor influencia son los procesos de:

❖ **Planchado:**

En este proceso se implementó sistemas de control Poka- Yoke para mantener un estándar en el tiempo de planchado y evitar calcetines quemados o muy húmedos. Colocando temporizadores se propone obtener mejores resultados con este proceso

❖ **Tejido:**

En este proceso se implementó el mantenimiento preventivo de los equipos de tejido, por lo que es muy importante el control de calidad ya que si el producto resulta defectuosos este solo podrá ser identificado en el planchado o remalle.

❖ **Teñido:** Este proceso sigue siendo tercerizado.

❖ **Remalle:** Se hace con la misma calidad del hilo del tejido

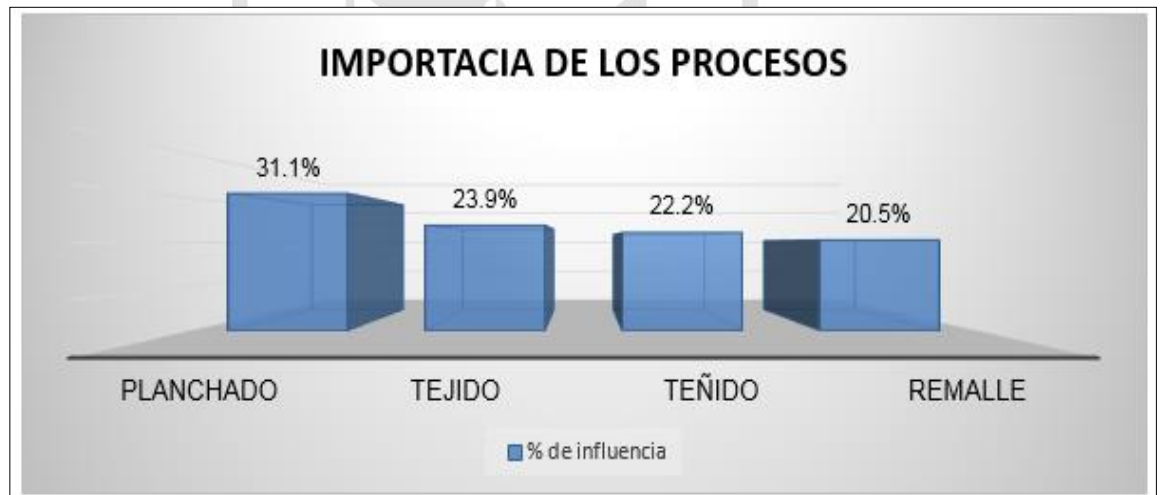


Gráfico 32.-Importancia de los Procesos

Fuente: Textiles Betex

FASE IV: Planeación de la producción o control de calidad de los procesos (cuarta casa de la calidad):

Habiendo identificado los atributos del proceso en la casa anterior procedemos a realizar la cuarta y última casa para una evaluación contra los controles de producción (críticos) y establecer valores objetivos estándar en cada proceso.

Control de Producción (COMO)		ATRIBUTOS DE LOS PROCESOS						Importancia del atributo del producto	Relacion de la Importancia	Valor Objetivo (segundos/doc. De pares)
		Control de calidad en la MP (hilado)	Control de calidad durante el proceso de Planchado	Planeamiento de la Producción	Control de producción (Niveles de producción constantes)	Plan de mantenimiento de Maquinaria de Tejido	Control de humedad de los calcetines (Teñido)			
Atributos de los Procesos (QUE)										
1	TEJIDO	●	●		▲	●		129381	23,9%	552,00
2	REMALE	●	▲		●	▲		111312	20,5%	104,00
3	CORTE E INSPECCIÓN	●						9837	1,8%	55,82
4	TEÑIDO	▲	▲	●			▲	120453	22,2%	182,02
5	PLANCHADO	▲	●		●	▲	●	168381	31,1%	341,52
6	ETIQUETADO Y EMBOLSADO			●			▲	2808	0,5%	140,95
Importancia de Atributos de las partes		3E+06	2E+06	1E+06	3E+06	2E+06	2E+06			
Relacion de la Importancia de los atributos de las pa		23%	18%	8%	22%	15%	14%			
		1	2	5	3	4	2			
DISEÑO DE LA CALIDAD										

Gráfico 33.- Cuarta casa de la calidad- Betex

Fuente: Textiles Betex

En la cuarta casa establecemos controles necesarios para mantener la calidad del producto reflejada en las necesidades del cliente:

- **Control de calidad en la MP (hilado):**

Los sensores implementados en cada máquina de tejido nos ayudan a reducir productos defectuosos generando menores pérdidas.

- **Control de niveles de producción constante:**

El plan de producción implementado es MRP el cual será explicado y desarrollado adecuadamente en la sección de plan de producción

- **Control de Calidad durante el proceso de planchado:**

Después del teñido los calcetines son tendidos para el secado durante 1 día para ser llevados al área de planchado, donde se tienen controlado en tiempo de planchado con dispositivos Poka Yoke.

- **Plan de mantenimiento de maquinaria de tejido:**

El mantenimiento preventivo de los equipos de tejido está desarrollado con mantenimientos preventivos y controles semanales por lo que se obtendrán resultados cuantificables respecto a la cantidad defectuosa de calcetines generada durante períodos pasados.

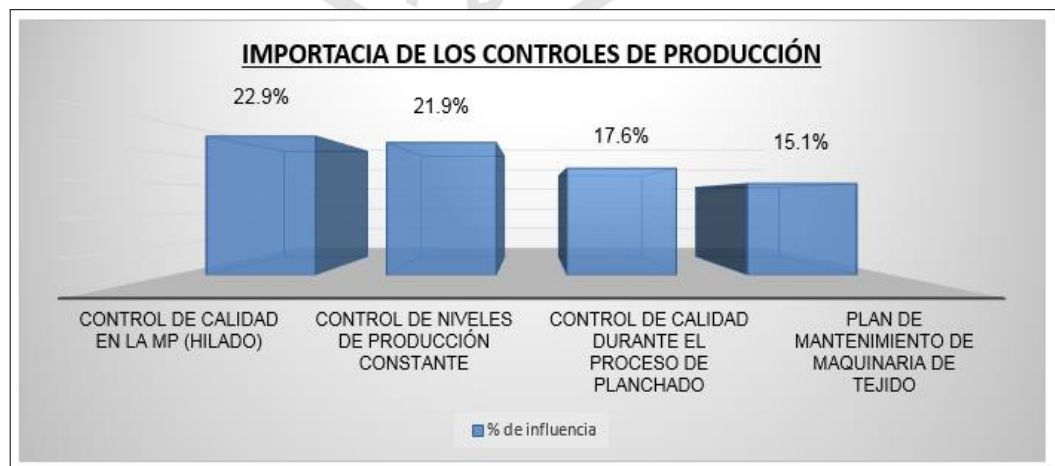


Gráfico 34.- Importancia de los controles de producción

Fuente: Textiles Betex

El QFD es una metodología que permite sistematizar la información obtenida a través del usuario hasta llegar a definir las características de calidad del producto, permite saber sobre que aspectos del producto se debe mejorar.

En este caso para satisfacer los principales requerimientos de los clientes (Acabado , solidez de color , suavidad ,etc) es necesario mejorar y tener una buena calidad en insumos (Hilo Nylon y elástico) , resistencia de tejido , solidez de color e información de lavado en la presentación del producto .

Para lograr estos atributos es necesario identificar las operaciones críticas del proceso que son la operación de Tejido , planchado , remalle y en las cuales debemos establecer controles a través de diversos métodos.

3.2.8 Diseño de taguchi de calcetines:

El diseño de Taguchi es una herramienta que será usada en el mejoramiento de nuestros procesos y productos, y también en las etapas de diseño de productos y procesos con el objetivo de minimizar la variación del desempeño de éstos en manos de los consumidores finales con respecto a los factores ambientales como medio para mejorar la calidad

Para tener un producto de calidad éste debe estar diseñado con la menor variación pero deben existir parámetros que nos ayuden a medir esta variación y así poder reducirla.

Algo muy importante que toma en cuenta esta metodología es evaluar el desempeño del producto en condiciones de campo durante el proceso de diseño y que la variación funcional en el desempeño está influenciada por los factores de ruido los cuales varían en el ambiente en el que los procesos o productos están funcionando.

Con estas observaciones y los puntos antes mencionados Taguchi desarrolló sistemas robustos que no fueran alterados por los factores ambientales, aplicaremos este análisis en el proceso de producción del calcetín de bebé, ya que este calcetín es un producto sensible por el tipo de usuario que tiene y por el que se debe tener especial cuidado.

- **Factores controlables:**

Para realizar el análisis primero identificamos tres factores controlables dentro del proceso de producción estos son: el estiramiento, el peso y el diámetro de la entrada de calcetín, que tienen una variabilidad de la cual nosotros buscamos establecer los parámetros óptimos para el producto, para esto tomamos 3 muestras al azar, a continuación mostramos un cuadro con las cantidades y las unidades en las que están consideradas.

Calcetín de bebé:

Tabla 120.- Variables controlables del proceso

Muestra	Estiramiento (centímetros)	Peso (gramos)	Diámetro (centímetros)
1	22	4	6
2	21	3.8	5.8
3	22	3.8	6.1

Fuente: Textiles Betex

- **Condiciones de ruido:**

Las condiciones de ruido del proceso son aquellos factores ambientales de los cuales nosotros no tenemos un control, las condiciones de ruido del proceso de calcetín son:

- ✓ La temperatura de la operación de planchado ya que la máquina de planchado de bebe no cuenta con un regulador de temperatura
- ✓ El tiempo de planchado que varía según el grado de humedad de la media que proviene de la operación de teñido.

Estas condiciones de ruido son las que causan la variabilidad de las especificaciones del producto, para este análisis se tomaron 9 muestras.

Tabla 121.- Tipos de Ruido

Ruido	Tipo de ruido	Unidad	Símbolo
1	Temperatura de planchado	Grados centígrados	° C
2	Tiempo de planchado	Segundos	S

Fuente: Textiles Betex

Tabla 122.- Muestras de ruido

Ruido 1	Ruido 2
50	25.65
48	24.27
49	26.33
50	24.21
47	25.97
52	23.63
51	26.14
50	23.8
48	26.31

Fuente: Textiles Betex

Resolución utilizando el método de Taguchi:

- **Combinación perfecta de los factores:**

Con ayuda del software **Minitab** se encontró la combinación perfecta de factores, se establecen los parámetros que deben tener los calcetines para asegurar su calidad y buen desempeño, estos son:

Tabla 123.- Factores de Taguchi

Factor	Dimensión	Unidad
Estiramiento	22	centímetros
Peso	3.8	Gramos
Diámetro de entrada	5.8	centímetros

Fuente : Textiles Betex

El software nos arroja 3 gráficos, el que nos interesa más es el SN Relaciones, Gráfica señal de ruido, porque nos indica el valor óptimo de los factores controlables.

- Bajo el criterio Nominal es mejor, la gráfica 35 nos indica que la mejor combinación que se recomienda para nuestro proceso, es que el calcetín debe tener un estiramiento de 22 centímetros que su peso ideal es 3.8 gramos y que el diámetro adecuado es 5.8 centímetros. La implementación de los dispositivos Poka Yoke en las maquinarias del proceso nos ayudará a mantener bajo control estos parámetros.

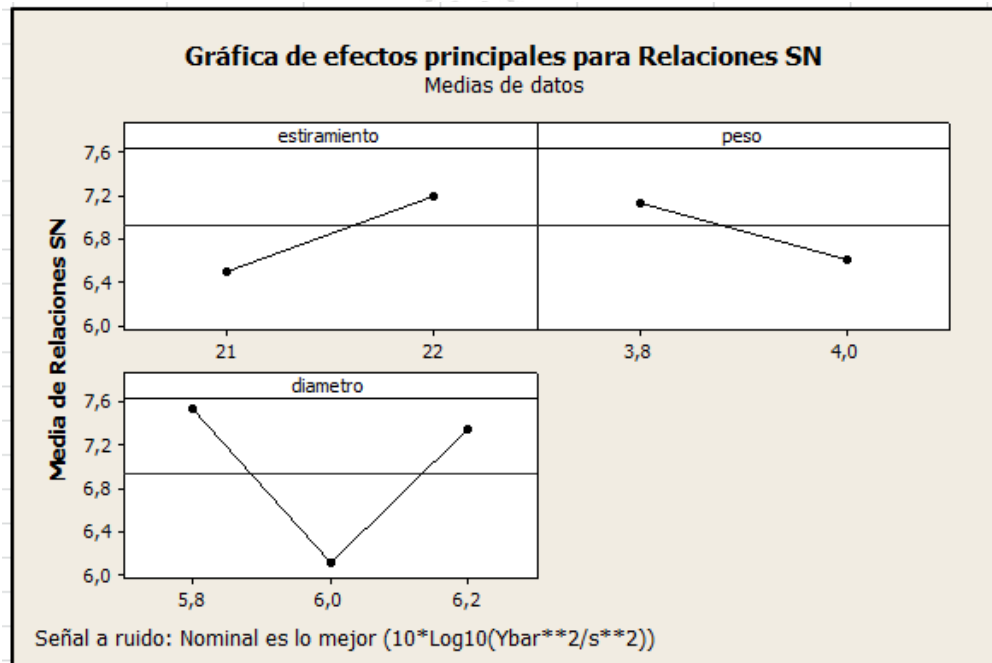


Gráfico 35.- Relación de factores controlables

Fuente: Software Minitab 16

- Para los promedios la siguiente gráfica nos indica que nuestro proceso debe trabajar para un estiramiento de 22 centímetros, un peso de 4 gramos y un diámetro de 6.2 centímetros.

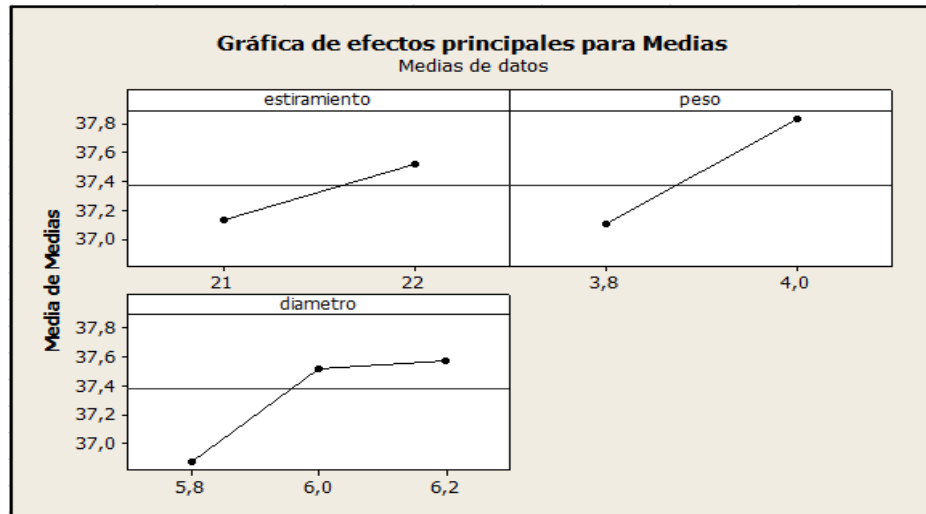


Gráfico 36.- Medias de factores controlables

Fuente: Software Minitab 16

- Para la desviación estándar la mejor combinación de los factores es que el calcetín tenga 21 cm de estiramiento, 3.8 gramos de peso y un diámetro de 6 centímetros.

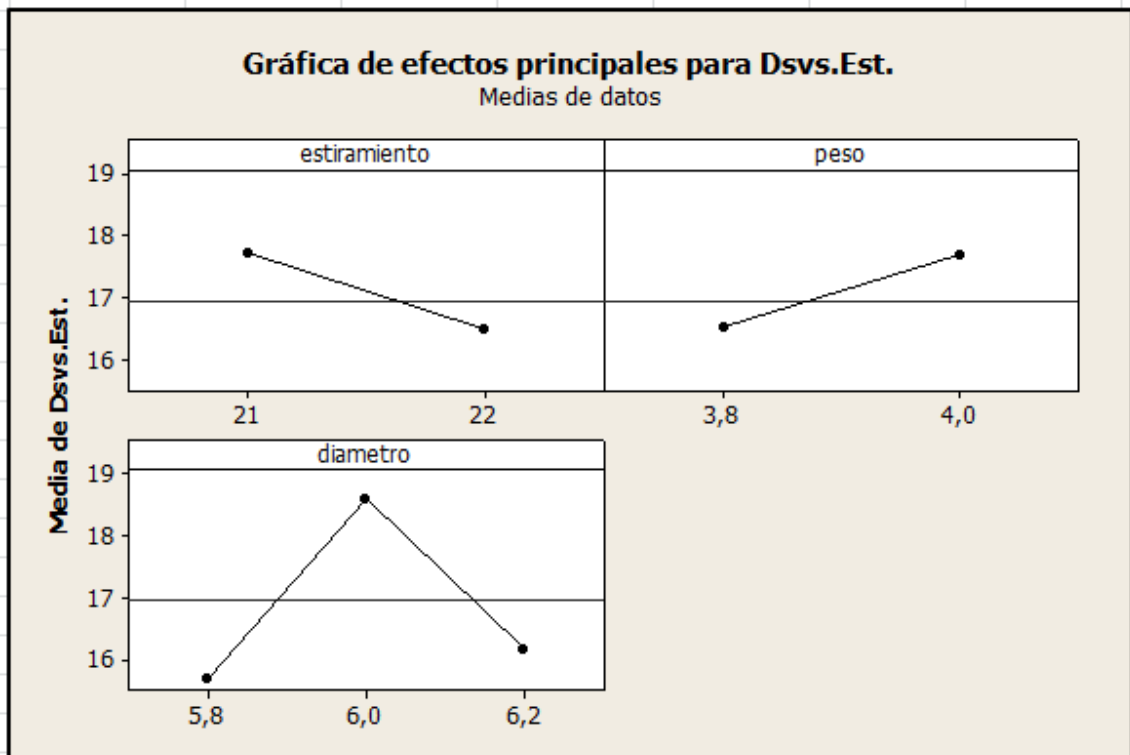


Gráfico 37.- Desviaciones de factores controlables

Fuente: Software Minitab 16

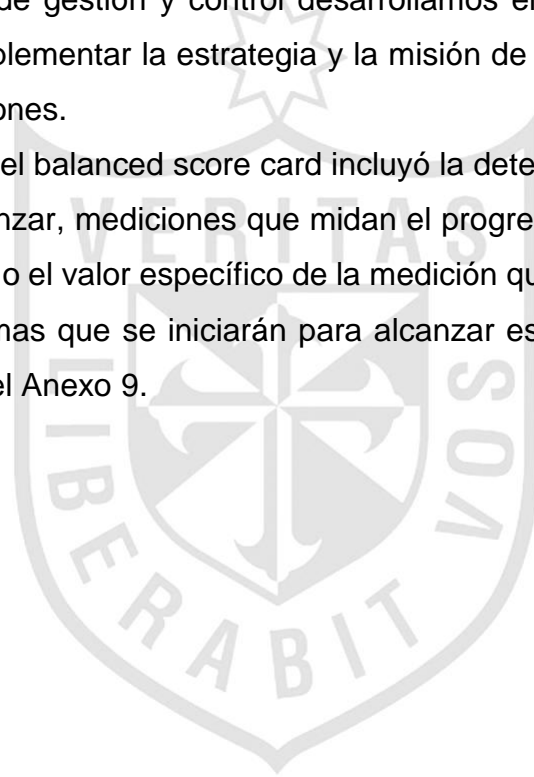
3.2.9 Desarrollo del Balanced score card:

La empresa Textiles Betex S.A.C no cuenta con un planeamiento estratégico, por lo que se consideró de vital importancia su formulación y despliegue porque orientaran a la empresa hacia el futuro y hacia su entorno.

Su formulación se realizó a partir de un análisis de la realidad de la empresa, que contempla la definición y despliegue de la misión, visión, valores, objetivos y la forma como estos se ven reflejados en los planes a corto y mediano plazo.

Como herramienta de gestión y control desarrollamos el Balanced Score card que nos permite implementar la estrategia y la misión de la empresa a partir de un conjunto de acciones.

El proceso de crear el balanced score card incluyó la determinación de objetivos que se desean alcanzar, mediciones que midan el progreso hacia el alcance de los objetivos, metas o el valor específico de la medición que deseamos alcanzar, iniciativas o programas que se iniciarán para alcanzar esas metas. Se verá de forma detallada en el Anexo 9.



3.3 ETAPA 3: Verificar

En esta tercera etapa llamada verificar se busca analizar y comparar los resultados obtenidos luego de llevar a cabo la implementación de las acciones propuestas para corregir cada causa que está provocando la baja productividad. Se analizaron los resultados finales de los indicadores de las 5´S, del plan de mantenimiento y dispositivos Poka Yoke ,la reducción de calcetines defectuosos y la productividad final de las líneas, estos cálculos se detallan en el capítulo IV.

3.4 ETAPA 4: Actuar

Para concluir las etapas del ciclo de PHVA, se realiza la 4ta etapa Actuar, luego de verificar los resultados obtenidos es importante sistematizar y mantener los cambios realizados para asegurar la continuidad de los beneficios, esto se llevará a cabo mediante actividades de seguimiento y control.

3.4.1 Mantenimiento, control y estandarización de mejoras:

Se realizarán actividades de seguimiento y control a la metodología de las 5´S así como las actividades del mantenimiento preventivo y autónomo.

a. Campaña de Limpieza

Esta campaña de limpieza ayuda a obtener un estándar de la forma como debe mantenerse el lugar de trabajo. Como evento motivacional ayuda a comprometer a la dirección y operarios en el proceso de implantación seguro de la 5 S.

- Planificar el mantenimiento de limpieza y orden: El jefe de área debe asignar un cronograma de trabajo de limpieza en el sector de la planta física que le corresponde. Es necesario asignar responsabilidades por zona a cada trabajador. Esta asignación se debe registrar en un gráfico en el que se muestre la responsabilidad de cada persona.

Tabla 124.- Responsables de áreas

Área	Responsable de área de las "5S"
Planchado	Jose Gutiérrez
Remalle	Sra. Lidia
Corte y depilado	María Muñoz

Fuente : Textiles Betex

Preparar el manual de limpieza:

Es útil elaborar un manual de entrenamiento para limpieza, este manual debe incluir:

- Propósito de limpieza.
- Fotografía del área o equipo donde se indique la asignación de zonas o partes del sitio de trabajo.
- Fotografía del equipo humano que interviene.
- Elementos de limpieza necesarios y de seguridad.
- Diagrama de flujo a seguir.
- Preparar elementos para la limpieza.
- Realizar la limpieza de la planta según el cronograma establecido, esto también ayudara al mantenimiento adecuado de la maquinaria.



Gráfico 38.- Operarios Betex

Fuente: Textiles Betex

b. Mantenimiento de las maquinarias:

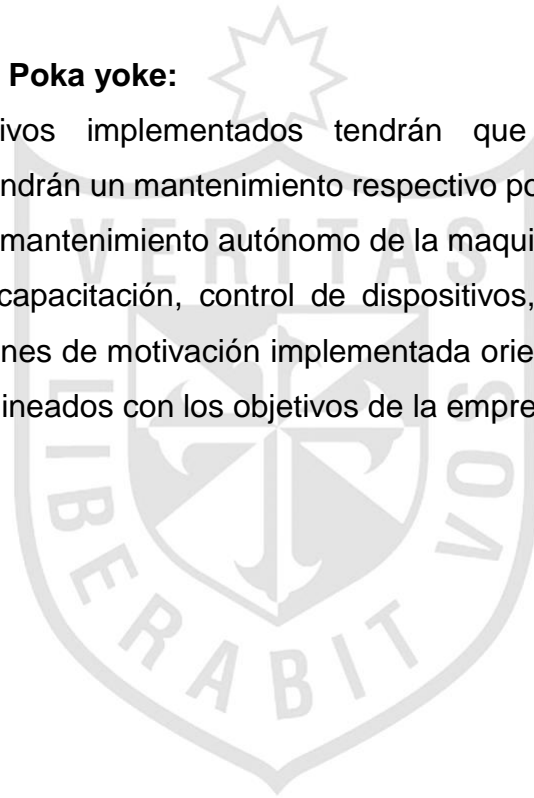
Para poder mantener los niveles de disponibilidad, calidad y eficiencia se debe realizar de forma constante y hacer seguimiento al mantenimiento autónomo y el mantenimiento preventivo.

Así mismo se mantendrán las capacitaciones, se espera que los operarios acepten e interioricen los conceptos del mantenimiento y puedan contribuir con la mejora continua.

c. Dispositivos Poka yoke:

Los dispositivos implementados tendrán que ser inspeccionados periódicamente y tendrán un mantenimiento respectivo por lo que se ha previsto que forme parte del mantenimiento autónomo de la maquinaria.

La continúa capacitación, control de dispositivos, mantenimiento de la maquinaria y los planes de motivación implementada orientará a los operarios y así se encuentren alineados con los objetivos de la empresa.



CAPÍTULO IV

Discusión y aplicaciones

El análisis y discusión de resultados se realizó según los objetivos que guiaron la presente Tesis.

- **Determinar la situación problemática de la empresa identificando las causas principales que originan la baja productividad en el área de producción:**

Al analizar el entorno externo e interno de la empresa se pudo determinar que las 4 principales causas internas que generan la baja productividad están relacionadas a la distribución de planta , la gestión del personal , la eficiencia de la maquinaria y el plan de producción de esta forma confirmamos lo expuesto por Moreno (2012) quién afirma que existen factores externos e internos que afectan la productividad en una empresa , dentro de los internos considera la gestión administrativa, mano de obra , materiales ,equipos ,cultura , métodos de trabajo y capital ,sin embargo para desarrollar las propuestas de mejora solo consideramos los factores internos ya que son sobre los cuales nosotros tenemos control y manejo.

Resultado de suma importancia identificar convenientemente estos factores porque como señala Anaya (2007) para mejorar la productividad se requiere la utilización óptima de todos los recursos empleados y para esto se necesita conocer dónde están los problemas y corregirlos, está afirmación está relacionado con el planteamiento de Páges (2010) quién describe que el uso ineficientes de los recursos disponibles desembocan en una baja productividad , sin embargo ella considera en su libro la era de la productividad que los principales recursos son la mano de obra y capital y para nuestro análisis también consideramos como principales recursos los métodos de trabajo y la gestión administrativa.

- **Elaborar la metodología de las 5'S para mejorar el orden y limpieza en el área de producción de la empresa:**

Según señala Bonilla et.al. (2010) las 5'S constituyen una de las estrategias que da soporte al proceso de mejora continua siendo su principal objetivo lograr cambios en la actitud del empleado con respecto a la administración de su trabajo , respondiendo a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo, eliminar desperdicios por el desorden , falta de aseo , fugas , etc.

Luego de desarrollar actividades relacionadas a la capacitación en temas de orden y limpieza al personal, establecer responsables, auditoría periódica, basadas en los principios de los autores ya señalados se muestran a continuación los puntajes finales obtenidos en cada etapa de las 5'S.

Tabla 125.- Resultados de Implementación 5'S

Etapas de las 5S	Puntaje inicial	Puntaje final
Clasificación	6	17
Orden	6	15
Limpieza	6	13
Estandarización	12	18
Mantenimiento de la disciplina	7	13
Total	37	76

Fuente: Textiles Betex

Como se observa existe una considerable mejora con respecto a los puntos desarrollados en comparación al puntaje inicial, esto se debe al apoyo y concientización de la alta dirección y del personal.

Por la practicidad, esta técnica no solo es aplicable a empresas de producción sino también a cualquier tipo de empresa como citan los autores, en la ciudad de México la empresa de consultoría Gensol ha implementado las 5's , así como la empresa de distribución Andon PC , la empresa de Logística y almacenaje FH Logística entre otras.

Este resultado también contribuye significativamente a mejorar el clima laboral y por ende la productividad de la empresa, ya que los empleados se sienten más

cómodos trabajando en un ambiente limpio y ordenado, en este punto compartimos lo señalado por Lema (2014) en su propuesta de mejora del proceso productivo del papel tisué, quién concluye que las 5's y el mantenimiento autónomo en conjunto contribuirán a mejorar el entorno de trabajo y elevar la productividad de las líneas.

- **Elaborar el plan de mantenimiento preventivo y autónomo de las máquinas del área de producción para mejorar la efectividad global de los equipos.**

La gestión del mantenimiento preventivo y autónomo tiene como objetivo maximizar la eficiencia global de la maquinaria alcanzando niveles de funcionamiento óptimo mediante la eliminación de aspectos que mermen su rendimiento. En el anexo 4 podemos ver el check List que se estableció para realizar el mantenimiento autónomo y en el Anexo 6 vemos el detalle de las actividades y fechas que forman parte del plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria.

A continuación tabulamos los indicadores finales luego de la implementación del mantenimiento preventivo y autónomo, como se observa mejoró significativamente la efectividad global de la maquinaria de tejido, remalle y planchado, siendo la más resaltante la efectividad global de la maquinaria de Tejido, ya que aumento en un 32%.

En estas máquinas tejedoras se originan las mayores cantidades de defectuosas, y es aquí donde se aplicaron la mayoría de dispositivos poka yoke y se diseñó un plan de mantenimiento preventivo buscando eliminar las fallas frecuentes.

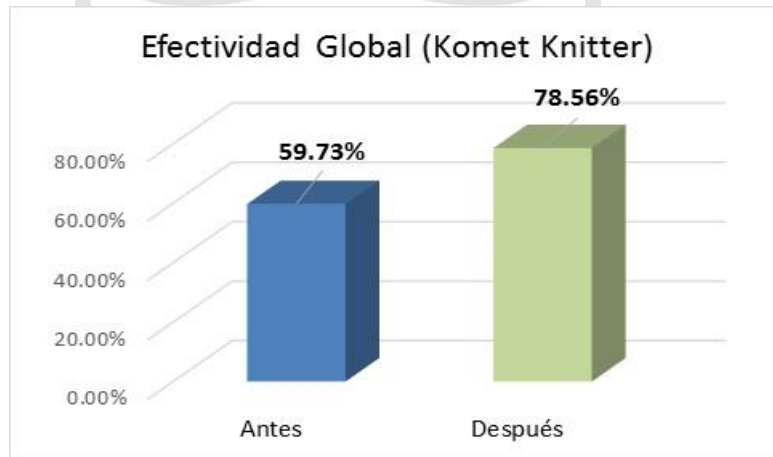
Maquinaria de tejido (Komet Knitter):

Tabla 126.- Comparativo de efectividad global de máquinas de tejido

Tipo	Antes	Después
Disponibilidad	85.05%	89.00%
Rendimiento	94.13%	97.00%
Calidad	74.62%	91.00%
Efectividad global de los equipos	59.73%	78.56%

Fuente: Textiles Betex

Gráfico 39.- Evaluación de mejora de máquinas de tejido



Fuente: Textiles Betex

Maquinaria de remalle: (Sibura)

Tabla 127.-Comparativo de Efectividad Global de Máquinas de Remalle

Tipo	Antes	Después
Disponibilidad	98,89%	99,00%
Rendimiento	99,06%	99,06%
Calidad	96,53%	98,00%
Efectividad global de los equipos	94,56%	96,11%

Fuente: Textiles Betex

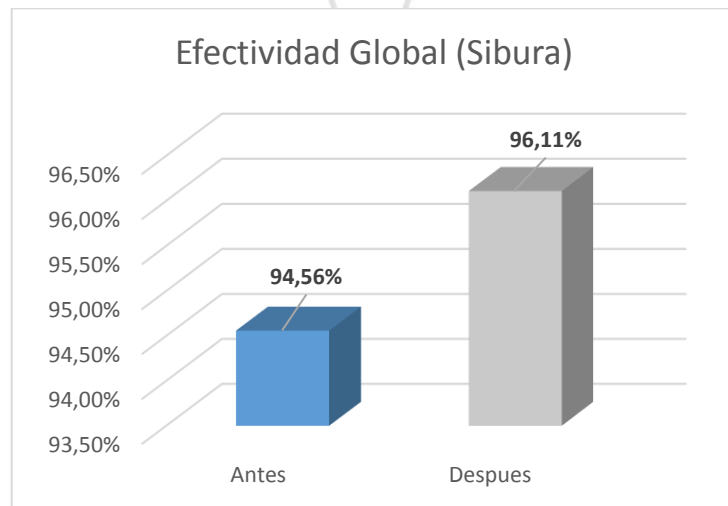


Gráfico 40.- Efectividad global de máquinas de remalle

Fuente: Textiles Betex

Maquinaria de planchado (Remington)

Tabla 128.- Comparativo de efectividad global de máquinas de planchado

Tipo	Antes	Después
Disponibilidad	99,22%	99,22%
Rendimiento	99,26%	99,26%
Calidad	94,78%	97,00%
Efectividad global de los equipos	93,35%	95,53%

Fuente: Textiles Betex

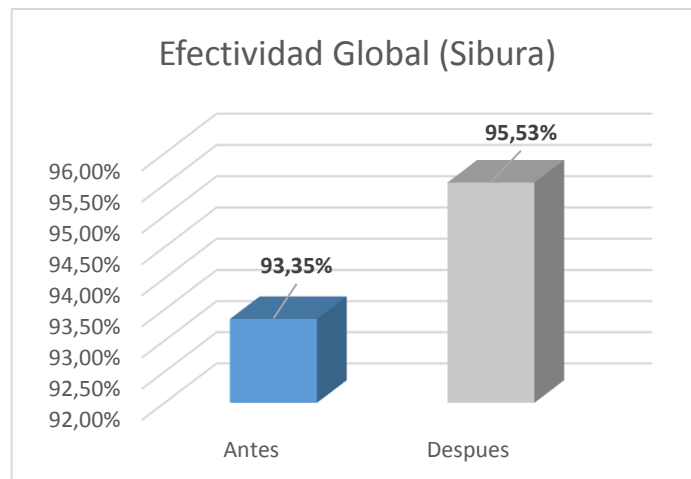


Gráfico 41.- Efectividad global de máquinas de planchados

Fuente: Textiles Betex

MBTF Y TMPF finales:

En la tabla N° 114 mostramos el número de paros durante los meses de Julio a Octubre, como vemos este número se ha reducido en comparación a la evaluación inicial (Marzo- Junio), así como el tiempo medio entre averías se ha distanciado, antes cada 14.51 horas ocurría una avería en la maquinaria de tejido ahora esto sucede cada 16,14 en el caso de las máquinas de remalle esto ocurre cada 167,46 horas y la maquinaria de planchado cada 154,81 lo que en realidad se busca es hacer este tiempo más distanciado y que se eliminen las averías. Con respecto a la duración de las averías se busca disminuir el tiempo que se invierte en su reparación, como se observa en la maquinaria de tejido la

reparación dura 1.4 horas, en la de remalle 0.52 y en la de planchado 0.56, estos valores también se han reducido.

Tabla 129.-Niveles de producción de Julio a Octubre

Tipo	Nivel de producción (Julio-Octubre)
Calcetines de dama	3700
Calcetines de bebé	6570
Calcetines de caballero	4250

Fuente: Textiles Betex

Tabla 130. MTBF Y TMPF finales

Indicador	Maquinaria de tejido	Maquinaria de remalle	Maquinaria de planchado
Número de paros en 4 meses-inicial	68	5	6
Número de paros en 4 meses-final	57	3	5
MTBF inicial (horas/avería)	14.51	107.71	131.03
MTBF final (horas/avería)	16,14	167,46	154,81
TMPF inicial (horas/avería)	1.58	0.73	0.82
TMPF final (horas/avería)	1,40	0,52	0,56

Fuente: Textiles Betex

Comparación de los NPR de AMFES

Con la utilización de la herramienta AMFE logramos establecer el nivel de prioridad de los fallos y detectar su origen para eliminarlo. En el siguiente adjunto comparamos el NPR inicial con el NPR final después de la aplicación de dispositivos poka yoke, el plan de mantenimiento preventivo y autónomo a las máquinas de tejido, como podemos ver la rotura de agujas y sliders así como los derrames de aceites disminuyeron considerablemente.

Proceso de tejido:

Tabla 131.- Comparativo del AMFE Inicial & AMFE final

Modo de Fallo	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR inicial	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR final
Rotura de agujas y slider	1	10	3	30	1	9	2	18
Maquinaria derrama aceite	1	9	4	36	1	7	2	14
Rotura de hilo en maquina	1	9	1	9	1	8	1	8
Rotura de Ganchos	1	8	1	8	1	6	1	6
El contactor se malogra	1	5	2	10	1	4	2	8
La bobina del relevador se malogra	1	3	1	3	1	2	1	2
El diodo de separación se malogra	1	4	1	4	1	3	1	3
Inadecuada Limpieza en el área	1	10	1	10	1	9	1	9
Los disparadores no reconocen los fallos	1	4	4	16	1	4	1	4

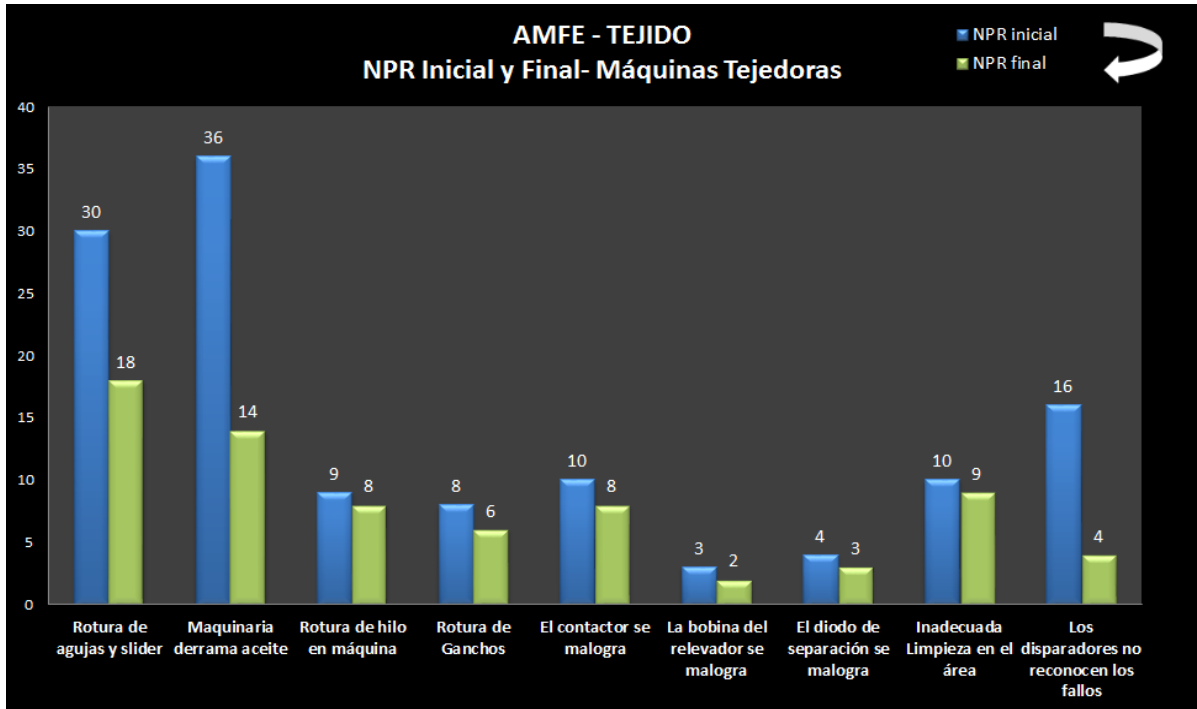


Gráfico 42.- NPR Inicial & NPR final de tejido

Fuente: Textiles Betex

Proceso de depilado:

En el siguiente cuadro comparamos el NPR inicial de la operación de depilado con el NPR final luego de la aplicación de acciones correctivas, como una adecuada limpieza en el área de trabajo.

Tabla 132.-Comparación de Amfe Inicial & Amfe Final de Depilado

Modo de Fallo	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR inicial	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR final
Calcetín defectuoso de procesos anteriores	1	8	3	24	1	6	2	12
Corte de calcetín mal efectuado	1	9	3	27	1	8	3	24
Inadecuada Limpieza en el área	1	9	1	9	1	8	1	8
Mal dimensionado del calcetín	1	8	2	16	1	6	1	6

Fuente: Textiles Betex

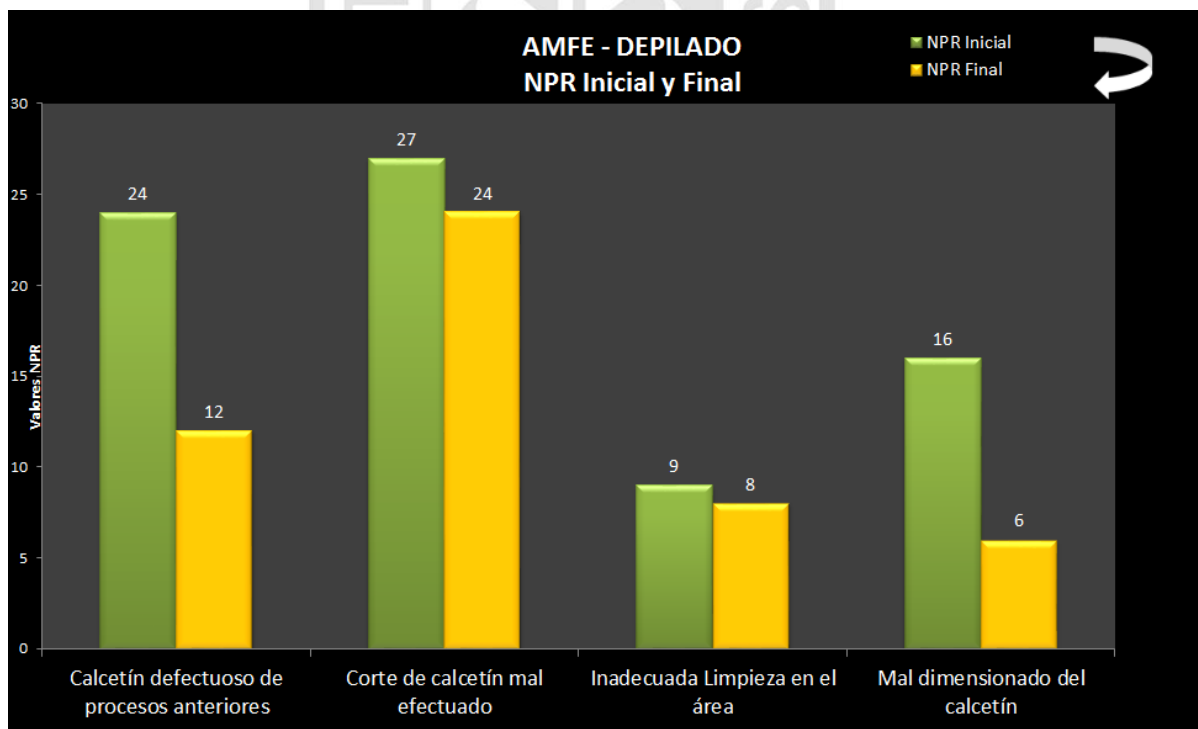


Gráfico 43.- NPR inicial & NPR final de depilado

Fuente: Textiles Betex

Proceso de remallado:

En el siguiente cuadro comparamos el NPR inicial de la máquina de remallado con el NPR final luego de la aplicación de acciones correctivas ,como una adecuada limpieza en el área de trabajo y la detección a tiempo de los calcetines defectuosos que provienen de las operaciones anteriores.

Tabla 133.- Comparación de AMFE inicial & AMFE final de remallado

Modo de Fallo	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR inicial	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR final
Calcetín mal remallado	1	8	2	16	1	7	1	7
Calcetín defectuoso de procesos anteriores	1	8	3	24	1	6	2	12
Inadecuada Limpieza en el área	1	9	1	9	1	8	1	8
Rotura de aguja	1	6	2	12	1	5	2	10
Fallo de canastilla de maquinaria	1	6	1	6	1	5	1	5
Mal remallado de calcetín	1	8	2	16	1	6	1	6

Fuente: Elaboración Propia

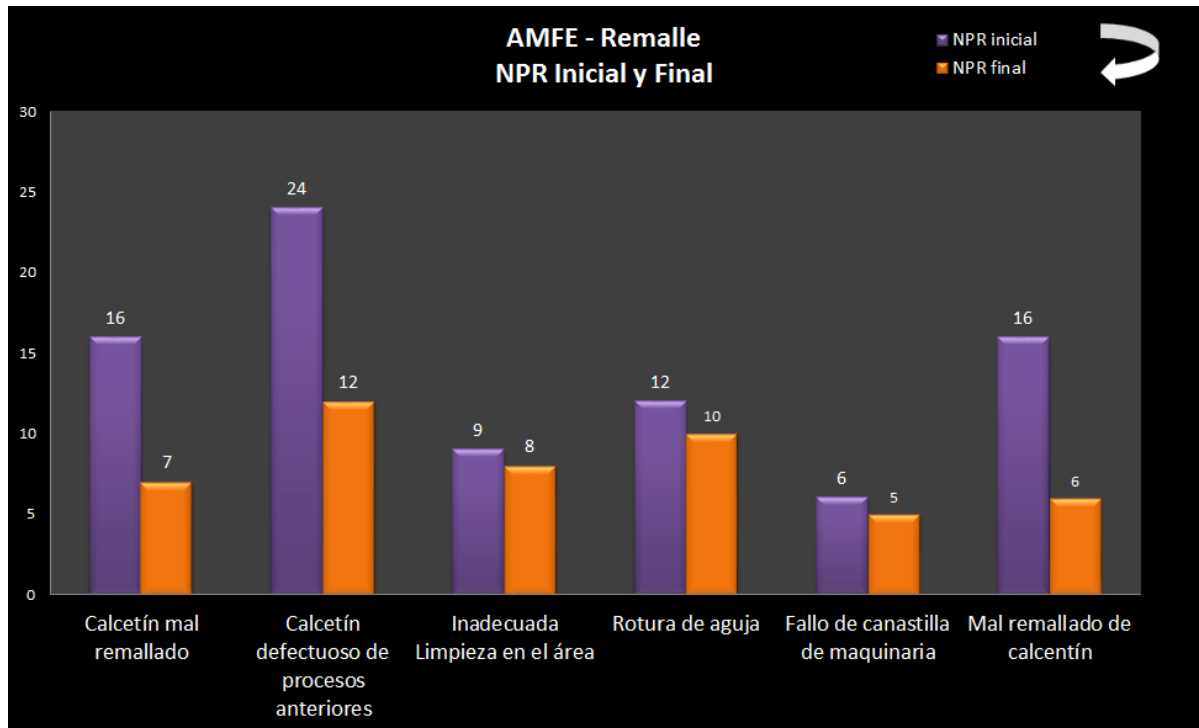


Gráfico 44.- NPR Inicial & NPR final de amfe de remallado

Fuente: Textiles Betex

Proceso de planchado:

En el siguiente cuadro comparamos el NPR inicial de la máquina de planchado con el NPR final luego de la aplicación de acciones correctivas, como la detección a tiempo de los calcetines defectuosos que provienen de las operaciones anteriores en este caso del remalle

Tabla 134.- Comparación de AMFE Inicial & AMFE final de panchado

Modo de Fallo	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR inicial	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR final
Exceso de tiempo en el molde de planchado	1	10	2	20	1	9	2	18
Mal estado de regulador	1	6	1	6	1	5	1	5
Variación de temperatura en el molde	1	10	2	20	1	9	2	18
Resistencia interna de maquinaria quemada	1	4	1	4	1	3	1	3
Mal remallado de calcetín	1	9	2	18	1	8	1	8
Inadecuada Limpieza en el área	1	9	1	9	1	8	1	8

Fuente: Textiles Betex

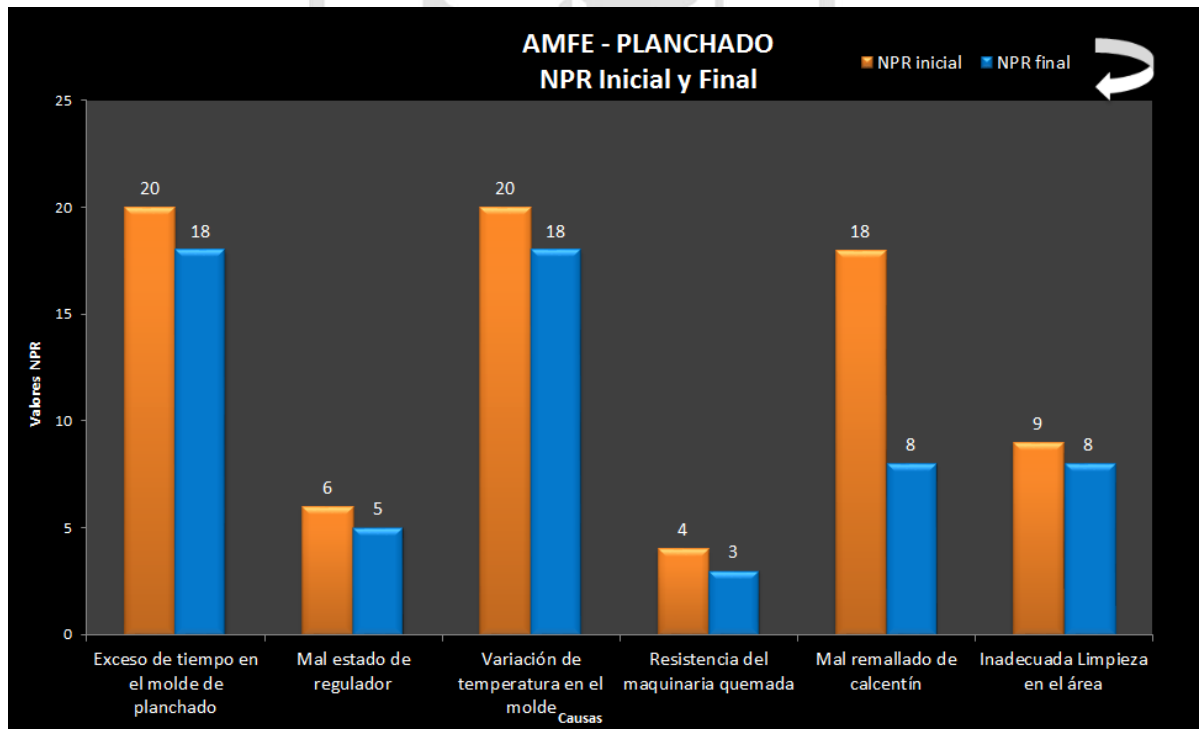


Gráfico 45.- NPR Inicial & NPR final de AMFE de panchado

Fuente: Textiles Betex

Con el desarrollo de las técnicas de mantenimiento preventivo y autónomo podemos certificar lo ya planteado por Cuatrecasas (2010) que el aumento de la efectividad global de los equipos se logra en base a medidas de prevención que eliminan y evitan fallas y averías.

- **Reducir a 3% el porcentaje de calcetines defectuosos en las líneas de producción de caballeros, damas y bebés.**

Ahora bien, luego de lograr una mejor efectividad global de la maquinaria y un óptimo desempeño debido a una adecuada aplicación de acciones se logró reducir los calcetines defectuosos. En el siguiente cuadro se muestra la evolución en la reducción de calcetines defectuosos en las 3 líneas de producción.

Tabla 135.-Evolución de calcetines defectuosos

Período	Producción real de líneas			Calcetines defectuosos (docenas de pares)			Proporción de calcetines defectuosos		
	Caballero	Bebé	Dama	Caballero	Bebé	Dama	Caballero	Bebé	Dama
Marzo	660	1056	594	28	46	35	4,24%	4,36%	5,89%
Abril	673	1074	582	26	43	32	3,86%	4,00%	5,50%
Mayo	647	1002	551	23	34	23	3,55%	3,39%	4,17%
Junio	818	1272	723	21	30	24	2,57%	2,36%	3,32%
Julio	654	985	623	18	30	23	2,75%	3,05%	3,69%
Agosto	607	924	515	16	30	20	2,64%	3,25%	3,88%
Promedio	677	1052	598	22	36	26	3,40%	3,43%	4,52%

Fuente: Textiles Betex

- **Incrementar la productividad de las líneas de producción (calcetines de caballeros , damas y bebés) mediante la implementación de la metodología PHVA**

Esta reducción de docenas defectuosas y mejorar la eficiencia de la maquinaria evitando desperdicios de tiempo y de materia prima se logró un incremento en la productividad de las líneas de producción, este mejor desempeño permitirá junto al cumplimiento del plan de producción cumplir a tiempo con la entrega de los pedidos a los clientes. En la tabla 118 se muestra el incremento de la productividad por línea de producción.

Tabla 136.- Productividad final de líneas

PRODUCTIVIDAD DE LAS LÍNEAS				
Líneas	Productividad Inicial	Productividad Final	Unidades	Incremento
LÍNEA DE CABALLERO	0.080	0.0829	Docena de pares /soles	3.34%
LÍNEA DE MUJER	0.088	0.0916	Docena de pares /soles	4.45%
LÍNEA DE BEBE	0.207	0.2288	Docena de pares /soles	10.38%

Fuente: Textiles Betex

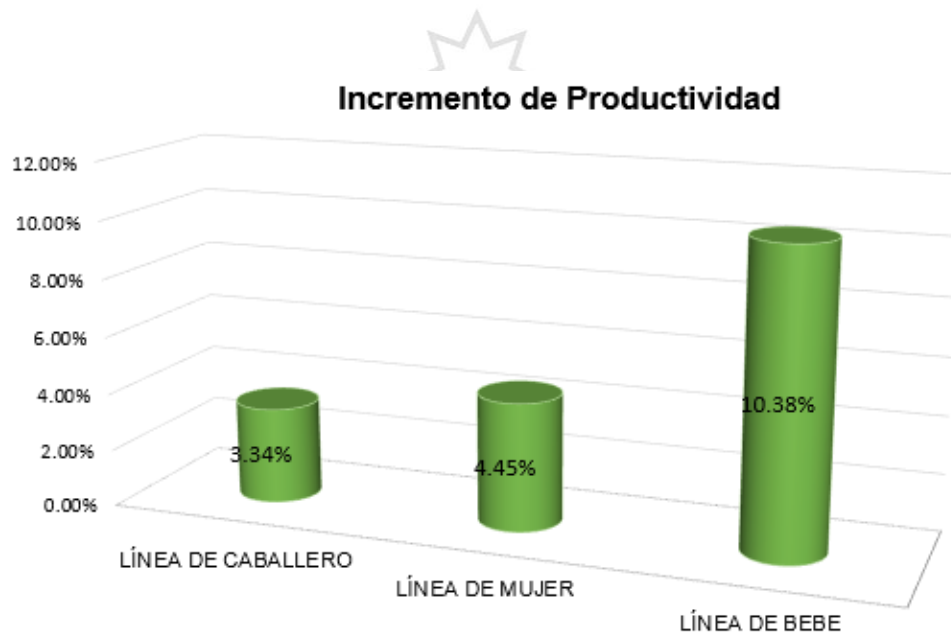


Ilustración 45.- Incremento de productividad

Fuente: Textiles Betex

- **Elaborar los indicadores económicos VAN y TIR para verificar la viabilidad de la implementación y determinar el ahorro generado:**

Para poder determinar los costos involucrados del proyecto se tomó en cuenta lo siguiente:

- ❖ Inversión en activos intangibles.
- ❖ Inversión en activos tangibles.
- ❖ Capital de trabajo.
- ❖ Imprevistos.

En la tabla 119 mostramos los costos de los activos intangibles que están relacionado a la mano de obra de los operarios, supervisor, personal administrativo y el practicante de la empresa.

Tabla 137.- Costeo de intangibles de etapa planear

Puesto	Sueldo mensual	Horas	Costo horario
Practicante	S/. 800,00	120	S/. 6,67
Personal administrativo	S/. 4.000,00	224	S/. 17,86
Supervisor	S/. 1.200,00	200	S/. 6,00
Operario de planchado	S/. 1.000,00	184	S/. 5,43
Operario de remalle (docena)	S/. 0,30	30	S/. 9,00
Operario de etiquetado (docena)	S/. 0,60	21	S/. 12,60
Operario de depilado (docena)	S/. 0,30	20	S/. 6,00

Fuente: Textiles Betex

Así también se establecieron los costos intangibles por cada etapa de la metodología, según las actividades que se fueron realizando, a continuación el detalle por cada etapa.

Costo determinado para la etapa: **Planear**

Tabla 138.- Costos de etapa planear

Actividades	Descripción	Días	horas/día	Horas totales	Costo horario	Total
1.-Análisis y diagnóstico de la situación de la empresa.	Visitas a la empresa.	6	4	24	S/. 6,67	S/. 160,00
2.-Recopilación y documentación de datos de la empresa.	Se recopiló información sobre demanda ,ventas ,producción de la empresa ,etc.	5	3	15	S/. 6,67	S/. 100,00
3.-Análisis e interpretación de datos.	Se estableció indicadores de productividad ,eficiencia, eficacia, etc.	4	3	12	S/. 6,67	S/. 80,00
4.-Identificación y formulación de oportunidades de mejora.	Según las causas principales que originan el problema central se planteó las mejoras a realizar estableciendo objetivos.	10	3	30	S/. 6,67	S/. 200,00
5.-Investigación de fundamento teórico.	Manejo de conceptos y teoría para la realización del proyecto.	3	5	15	S/. 6,67	S/. 100,00
6.-Investigación y elección de metodología a aplicar.	Bajo la elección de criterios se pondero y determino la metodología más adecuada.	7	3	21	S/. 6,67	S/. 140,00
7.-Definición del plan de trabajo.	Se estableció las actividades a realizar con un tiempo determinado para la consecución de los objetivos.	5	4	20	S/. 6,67	S/. 133,33
Total		40				S/. 913,33

Fuente: Textiles Betex

Costo determinado para la etapa: **Hacer**

Tabla 139.- Costos de etapa hacer

Actividades	Descripción	Días	Horas/día	horas totales	Costo horario	Total
1.-Realización sistemática de la disposición de planta	Realización de requerimientos de áreas y principales factores.	10	4	40	S/. 6,67	S/. 266,67
2.-1ra. capacitación a propietarios de la empresa	Informar en que consiste el proyecto y las mejoras.	1	1	1	S/. 6,67	S/. 6,67
3.-Costo de oportunidad BETEX		1	1	1	S/. 23,86	S/. 23,86
4.-Implementación de las 5 "S"	Desarrollo de cada "S" en el área de producción.	5	4	20	S/. 6,67	S/. 133,33
5.-Costo de oportunidad BETEX		2	3	6	S/. 33,03	S/. 198,21
7.-Implementación de normas de Limpieza	Presentación de afiche con normas de limpieza.	1	2	2	S/. 6,67	S/. 13,33
8.-2da. capacitación a personal operativo	Informar acerca del mantenimiento.	1	1	1	S/. 6,67	S/. 6,67
9.-Costo de oportunidad BETEX		1	1	1	S/. 11,43	S/. 11,43
10.-Implementación de dispositivos Poka Yoke	Elaboración de materiales de supervisión y seguimiento de la implementación en maquinaria.	5	3	15	S/. 12,67	S/. 190,00
11.-Costo de oportunidad BETEX		3	3	9	S/. 5,43	S/. 48,91

Fuente: Textiles Betex

Costo determinado para la etapa: **Hacer**

Actividades	Descripción	Días	horas/día	horas totales	Costo horario	Total
12.-Elaboración y presentación de Plan de Mantenimiento Preventivo.	Fechas en que debe efectuarse el mantenimiento a los equipos.	15	2	30	S/. 6,67	S/. 200,00
13.-Presentación e implementación de mantenimiento autónomo.	Pasos debe como realizar el mantenimiento autónomo.	8	2	16	S/. 6,67	S/. 106,67
14.-Realización e informe de QFD	Informe con resultados de las 4 Casas.	10	3	30	S/. 6,67	S/. 200,00
15.-Implementación del planeamiento de la producción.	Plantillas de excel para el ingreso y planificación de Producción.	8	4	32	S/. 6,67	S/. 213,33
16.-Implementación del registro de la producción.	Formato para controlar la producción de operarios.	8	3	24	S/. 6,67	S/. 160,00
17.-3ra. capacitación a propietarios de la empresa y operarios.	Temas relacionados a la motivación.	1	1	1	S/. 6,67	S/. 6,67
18.-Costo de oportunidad BETEX.		1	1	1	S/. 56,89	S/. 56,89
19.-Implementación del sistema de puntuación.	Actividad para desarrollar la competitividad entre operarios.	5	1	5	S/. 6,67	S/. 33,33
20.-Implementación del registro de asistencia.	Formato para el registro de asistencia de operarios.	2	2	4	S/. 6,67	S/. 26,67
21.-Presentación de planeamiento estratégico.	Realización de misión ,visión y objetivos estratégicos de la empresa.	10	3	30	S/. 6,67	S/. 200,00
Total		98				S/. 2.102,64

Fuente: Textiles Betex

Costo determinado para la etapa: **Verificar**

Tabla 140.- Costos de etapa verificar

Actividades	Descripción	Días	Horas/día	Horas totales	Costo horario	Total
1.-Análisis y recopilación de datos para indicadores.	Cálculo de indicadores después de la implementación.	4	3	12	S/. 6,67	S/. 80,00
2.-Resultados de Actividad de sistemas de puntuación.	Revisar y premiar al operario ganador.	1	3	3	S/. 6,67	S/. 20,00
3.-Costo de oportunidad Textiles Betex S.A.C	Costos de almuerzo.	30	1	30	S/. 6,50	S/. 195,00
4.-Retroalimentación con los dueños de la empresa y operarios.	Revisión de mejoras y puntos a reforzar.	2	2	4	S/. 6,67	S/. 26,67
5.-Costo de oportunidad .	-	2	2	4	S/. 23,86	S/. 95,43
Total		39				S/. 417,10

Fuente: Textiles Betex

Costo determinado para la etapa: **Actuar**

Tabla 141.- Costos de la etapa actuar

Actividades	Descripción	Días	Horas/día	Horas totales	Costo horario	Total
1.-Ejecución de acciones correctivas.	Definir qué acciones se deben realizar.	5	3	15	S/. 6,67	S/. 100,00
2.-Mantenimiento , control y estandarización de las mejoras.	Estandarizar las mejoras que se realizaron de manera óptima.	5	3	15	S/. 6,67	S/. 100,00
3.-Reunión final.	Para ultimar detalles.	1	1	1	S/. 6,67	S/. 6,67
4.-Costo de oportunidad Textiles Betex S.A.C		1	1	1	S/. 23,86	S/. 23,86
Total		12				S/. 230,52

Fuente: Textiles Betex



La inversión de activos tangibles se determinó de acuerdo a las herramientas e implementos que se compraron para cumplir con las actividades propuestas en el proyecto.

Tabla 142.- Resumen de costos tangibles de mejora

Activos tangibles:	
Metodo de las 5 S	
Implementos de limpieza	40
Desinfectantes	30
Recipientes	20
Plan de mantenimiento	
Aceite	30
Lubricantes	40
Herramientas	120
Cambio de luminarias	80
Poka-yoke	
Dispositivos de control	370
Sensores temporizadores	80
Actividades para clima laboral	
Canastas	80
Total activo tangible	S/.890

Fuente: Textiles Betex

Por otro lado se estableció para la amortización de activos intangible un 20 % para cada período trimestral y un 10% de imprevistos por contingencias durante el proceso de mejora.

Tabla 143.- Amortización e Imprevistos

Amortización	
Activos intangibles	20%
imprevistos	
10%	s/. 366,36

Fuente: Textiles Betex

La implementación propuesta requiere una inversión de S/. 4919.95 tal como se muestra a continuación:

Tabla 144.-Inversión total

activos intangibles:	
Etapa:planear	s/. 913,33
Etapa :hacer	s/. 2.102,64
Etapa :verificar	s/. 417,10
Etapa :actuar	s/. 230,52
Total activo intangible	s/. 3,663.59
Total activo tangible	s/. 890.00
Imprevistos	s/. 366.36
Inversión total	s/. 4.919,95

Fuente: Textiles Betex

Amortización de activos intangibles:

La amortización de activos intangibles se realizó por las compras de las herramientas y los costos intangibles.

Tabla 145.- Amortización Intangible

AMORTIZACION	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	VL
Activos intangibles (20%)	S/. 732,72	S/. 732,72	S/. 732,72	S/. 732,72	S/. 732,72	S/. 0,00

Fuente: Textiles Betex

Niveles de producción:

Los niveles de producción que se tomaron en cuenta para realizar una proyección de las ventas fueron de los períodos de Marzo-Agosto (histórico), mientras que la proyección de producción fue para Septiembre-Diciembre (pronóstico) para realizar un flujo de caja trimestralmente.

Tabla 146.- Niveles de producción

Mes	Nivel de producción			Calcetines defectuosos		
	Caballero	Bebé	Dama	Caballero	Bebé	Dama
Marzo	660	1056	594	28	46	35
Abril	673	1074	582	43	45	24
Mayo	647	1002	551	39	52	36
Junio	818	1272	723	44	69	39
Julio	705	1061	756	11	26	17
Agosto	700	1001	584	18	20	24
Septiembre	747	1073	678	16	26	22
Octubre	761	1072	696	12	21	20
Noviembre	774	1071	714	8	16	18
Diciembre	787	1069	733	4	11	16

Fuente: Textiles Betex



Flujo de caja trimestral:

Para la realización del flujo de caja se evaluaron 3 escenarios: optimista, pesimista y constante, según sea el caso las ventas se incrementen, disminuyan o se mantengan. A continuación desarrollamos el flujo de caja en escenario optimista.

Flujo de caja (escenario optimista 10%)

Tabla 147.-Flujo de caja escenario optimista

Escenario optimista	Flujos de caja del proyecto				
	Trimestre 0	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Volumen de producción (docenas de calcetines)					
Calcetines para caballero		2367	2554	2686	2818
Costo de producción inicial (sol/doc.)		12,51	12,51	12,51	12,51
Costos de producción final (sol/doc.)		12,01	12,01	12,01	12,01
Calcetines para bebé		3449	3533	3521	3508
Costo de producción inicial (sol/doc.)		4,82	4,82	4,82	4,82
Costos de producción final (sol/doc.)		4,37	4,37	4,37	4,37
Calcetines para dama		2240	2418	2600	2783
Costo de producción inicial (sol/doc.)		10,73	10,73	10,73	10,73
Costos de producción final (sol/doc.)		10,47	10,47	10,47	10,47
Ahorro de costos					
Calcetines para caballero		s/. 1.183,50	s/. 1.277,00	s/. 1.343,00	s/. 1.409,00
Calcetines para bebé		s/. 1.552,05	s/. 1.589,85	s/. 1.584,45	s/. 1.578,60
Calcetines para dama		s/. 582,40	s/. 628,68	s/. 676,00	s/. 723,58
Costos adicionales		s/. 1.161,28	s/. 1.223,44	s/. 1.261,21	s/. 1.298,91
Flujo operativo		s/. 2.156,67	s/. 2.272,09	s/. 2.342,24	s/. 2.412,27
Inversiones tangibles	s/. 890,00	-	-	-	-
Inversiones intangibles	s/. 4.029,95				
Valor residual					s/. 0,00
Depreciación		s/. 0,00	s/. 0,00	s/. 0,00	
Flujo económico	s/. 4.919,95	s/. 2.156,67	s/. 2.272,09	s/. 2.342,24	s/. 2.412,27

Fuente: Textiles Betex

FLUJOS DE CAJA (ESCENARIO CONSTANTE 0%)

Tabla 148.- Flujo de Caja Escenario Constante

<u>Caso : Constante (0%)</u>	FLUJOS DE CAJA DEL PROYECTO				
	Trimestre 0	Trimestre1	Trimestre2	Trimestre3	Trimestre4
Volumen de Producción (doc. de calcetines)					
CALCETINES PARA CABALLERO		2152	2322	2442	2562
Costo INICIAL (soles/docenas)		12,51	12,51	12,51	12,51
Costos FINAL (soles/docenas)		12,01	12,01	12,01	12,01
CALCETINES PARA BEBÉ		3135	3212	3201	3189
Costo INICIAL (soles/docenas)		4,82	4,82	4,82	4,82
Costos FINAL (soles/docenas)		4,37	4,37	4,37	4,37
CALCETINES PARA DAMA		2036	2198	2364	2530
Costo INICIAL (soles/docenas)		10,73	10,73	10,73	10,73
Costos FINAL (soles/docenas)		10,47	10,47	10,47	10,47
AHORRO DE COSTOS					
Calcetines para caballero		S/. 1.076,00	S/. 1.161,00	S/. 1.221,00	S/. 1.281,00
Calcetines para bebe		S/. 1.410,75	S/. 1.445,40	S/. 1.440,45	S/. 1.435,05
Calcetines para dama		S/. 529,36	S/. 571,48	S/. 614,64	S/. 657,80
Costos adicionales		S/. 1.055,64	S/. 1.112,26	S/. 1.146,63	S/. 1.180,85
Flujo operativo		S/. 1.960,47	S/. 2.065,62	S/. 2.129,46	S/. 2.193,00
Inversiones tangibles	S/. 890,00				
Inversiones intangibles	S/. 4.029,95				
Valor Residual					S/. 0,00
Depreciación		S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	
FLUJO ECONÓMICO	S/. 4.919,95	S/. 1.960,47	S/. 2.065,62	S/. 2.129,46	S/. 2.193,00

Fuente: Elaboración Propia

FLUJOS DE CAJA (ESCENARIO PESIMISTA -10%)

Tabla 149.- Flujo de Caja Escenario Pesimista

<u>Caso : Pesimista (-10%)</u>	FLUJOS DE CAJA DEL PROYECTO				
	Trimestre 0	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Volumen de Producción (doc. de calcetines)					
CALCETINES PARA CABALLERO		1937	2090	2198	2306
Costo INICIAL (soles/docenas)		12,51	12,51	12,51	12,51
Costos FINAL (soles/docenas)		12,01	12,01	12,01	12,01
CALCETINES PARA BEBÉ		2822	2891	2881	2870
Costo INICIAL (soles/docenas)		4,82	4,82	4,82	4,82
Costos FINAL (soles/docenas)		4,37	4,37	4,37	4,37
CALCETINES PARA DAMA		1832	1978	2128	2277
Costo INICIAL (soles/docenas)		10,73	10,73	10,73	10,73
Costos FINAL (soles/docenas)		10,47	10,47	10,47	10,47
AHORRO DE COSTOS					
Calcetines para caballero		S/. 968,50	S/. 1.045,00	S/. 1.099,00	S/. 1.153,00
Calcetines para bebe		S/. 1.269,90	S/. 1.300,95	S/. 1.296,45	S/. 1.291,50
Calcetines para dama		S/. 476,32	S/. 514,28	S/. 553,28	S/. 592,02
Costos adicionales		S/. 950,15	S/. 1.001,08	S/. 1.032,06	S/. 1.062,78
Flujo operativo		S/. 1.764,57	S/. 1.859,15	S/. 1.916,67	S/. 1.973,74
Inversiones tangibles	S/. 890,00	-	-	-	-
Inversiones intangibles	S/. 4.029,95				
Valor residual					S/. 0,00
Depreciación		S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	
FLUJO ECONÓMICO	S/. 4.919,95	S/. 1.764,57	S/. 1.859,15	S/. 1.916,67	S/. 1.973,74

Fuente: Elaboración Propia

El ahorro de costos de cada calcetín hallado en los flujos de caja bajo los tres escenarios que presentamos se obtienen por la siguiente fórmula:

$$\text{Ahorro} = (\text{Costo Inicial de Fabricación} - \text{Costo Final de Fabricación}) * \text{Volumen de Producción Trimestral de cada calcetín}$$

El costo Inicial fue hallado cuando al iniciar el proyecto, luego de implementar las acciones de mejora se calculó nuevamente el costo de fabricación. Al reducirse las docenas defectuosas aumento la producción neta y por ende el costo unitario se redujo.(Ver Tabla 119).

Las docenas defectuosas se redujeron debido a que aumento la efectividad global de los equipos porque se redujeron las fallas y averías de los mismos. Como muestra el siguiente cuadro.

Tabla 150.- Comparativo de efectividad global

Efectividad global	Antes	Después
Maquinaria de tejido	59.73%	78.56%
Máquinas remalladoras	94,56%	96,11%
Máquina de planchado	93,35%	95,53%

Fuente: Textiles Betex

El ahorro total anual de las líneas asciende a S/.12,848.88

Tabla 151.- Ahorro por línea

	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Total
calcetines para caballero	S/. 1,076.00	S/. 1,161.00	S/. 1,221.00	S/. 1,281.00	S/. 4,739.00
calcetines para bebé	S/. 1,410.75	S/. 1,445.40	S/. 1,445.40	S/. 1,435.05	S/. 5,736.60
calcetines para dama	S/. 529.36	S/. 571.48	S/. 614.64	S/. 657.80	S/. 2,373.28
Total	S/. 3,016.11	S/. 3,177.88	S/. 3,281.04	S/. 3,373.85	S/. 12,848.88

Fuente: Textiles Betex

Evaluación de indicadores financieros:

Para evaluar el costo-beneficio del proyecto se emplearon los indicadores más representativos para poder analizar los flujos trimestrales VAN y la tasa interna de retorno TIR. Para los 3 escenarios:

❖ Análisis financiero en escenario optimista

Tabla 152.-Análisis financiero del escenario optimista

Trimestre	Flujo de caja	Valor presente
0	S/. 4.919,95	-S/. 4.919,95
1	S/. 2.156,67	S/. 2.007,44
2	S/. 2.272,09	S/. 1.968,54
3	S/. 2.342,24	S/. 1.888,91
4	S/. 2.412,27	S/. 1.810,77

Fuente: Textiles Betex

Tabla 153.-Indicadores económicos en un escenario optimista

COK anual=	24,00%
COK trimestral =	7,43%
VAN =	S/. 2.755,71
TIR Trimestral =	21%

Fuente: Textiles Betex

$$P = \frac{A}{(1+i)^n}$$

Bajo un escenario optimista se logró un VAN de S/. 2,756 que es la ganancia se espera recibir después de la implementación y un TIR trimestral de 21% que es el rendimiento porcentual del período

$$\text{TIR} > \text{COK}$$

Por lo tanto, la tasa interna de retorno al ser mayor al valor que espera el inversionista de la empresa se acepta el proyecto.

❖ Análisis financiero en escenario constante

Tabla 154.- Análisis financiero del escenario constante

Trimestre	Flujo de caja	Valor presente
0	S/. 4.919,95	-S/. 4.919,95
1	S/. 1.960,47	S/. 1.824,82
2	S/. 2.065,62	S/. 1.789,66
3	S/. 2.129,46	S/. 1.717,31
4	S/. 2.193,00	S/. 1.646,18

Fuente: Textiles Betex

Tabla 155.- Indicadores económicos en escenario constante

COK anual=	24,00%
COK trimestral =	7,43%
VAN =	S/. 2.058,01
TIR Trimestral =	16%

Fuente: Textiles Betex

$$P = \frac{A}{(1+i)^n}$$

Bajo un escenario constante se obtuvo un VAN de S/. 2,058 que es la ganancia que se espera recibir después de la implementación y un TIR trimestral de 16% que es el rendimiento porcentual del periodo.

$$\text{TIR} > \text{COK}$$

De acuerdo a esto, la tasa interna de retorno es mayor al valor que espera el inversionista de la empresa por lo que dentro de este escenario es viable el proyecto.

❖ Análisis Financiero en escenario pesimista

Tabla 156.- Análisis financiero del escenario pesimista

Trimestre	Flujo de caja	Valor presente
0	S/. 4.919,95	-S/. 4.919,95
1	S/. 1.764,57	S/. 1.642,47
2	S/. 1.859,15	S/. 1.610,77
3	S/. 1.916,67	S/. 1.545,71
4	S/. 1.973,74	S/. 1.481,59

Fuente: Textiles Betex

Tabla 157.- Indicadores económicos en escenario pesimista

COK anual=	24,00%
COK trimestral =	7,43%
VAN =	S/. 1.360,58
TIR Trimestral=	11%

Fuente: Elaboración Propia

$$P = \frac{A}{(1+i)^n}$$

En un escenario pesimista, se obtuvo un VAN de S/. 1,361 que es la ganancia se espera recibir después de la implementación y un TIR trimestral de 11% que es el rendimiento porcentual del período.

$$\text{TIR} > \text{COK}$$

Quiere decir que la tasa interna de retorno es mayor al valor que espera el inversionista de la empresa por lo que se acepta el proyecto

En los tres escenarios obtenemos un Van positivo, lo que indica que el proyecto es viable.

* Teniendo en cuenta el valor del dinero en el tiempo, evaluamos el costo de la inversión que se hubiera generado si este dinero hubiera sido adquirido mediante un préstamo bancario.

Para la evaluación del proyecto tomamos en cuenta el banco que cobra mayor tasa de interés, el banco Azteca tiene una tasa de interés trimestral de: **5.25%**

Procedemos a calcular el pago:

$$VP = A \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i}$$

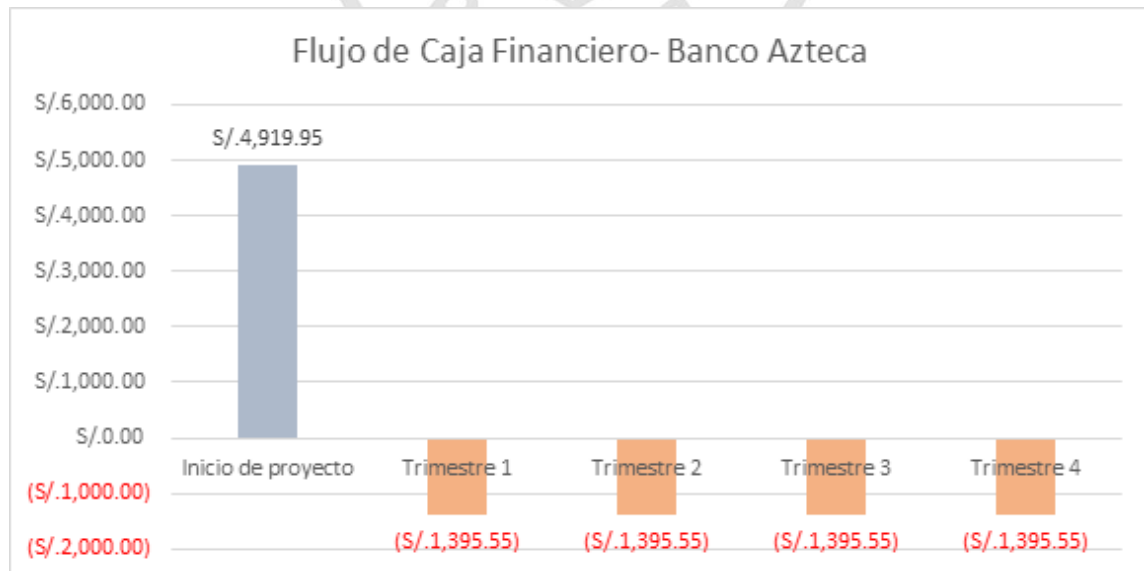
Donde:

VP: Valor presente del dinero

A : Pago de cuota

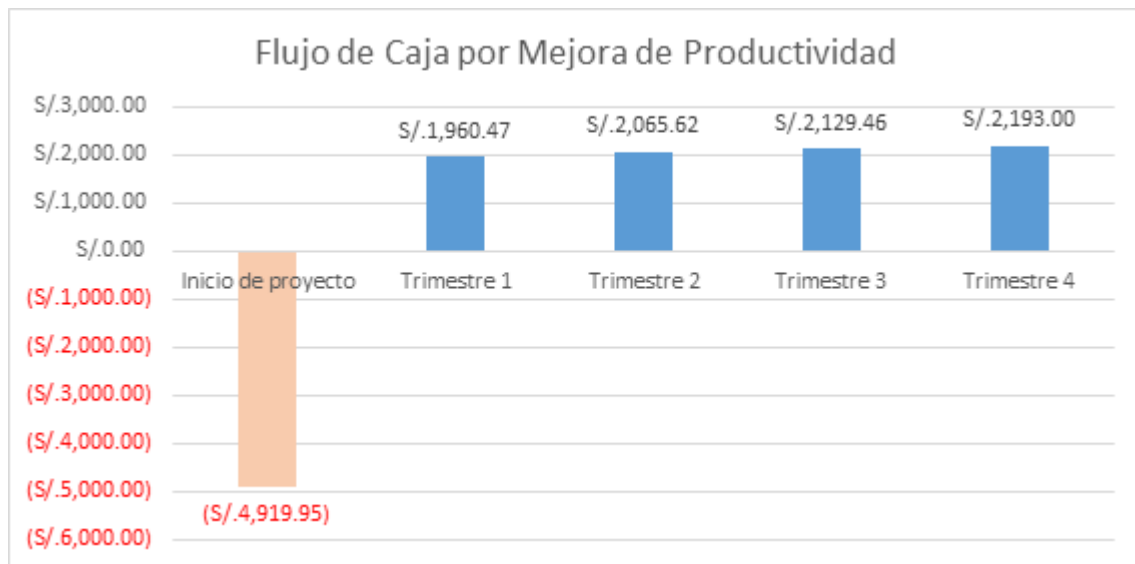
n: número de períodos

	Inicio de proyecto	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Flujo operativo	S/. 4.919,95	S/. 1.395,55	S/. 1.395,55	S/. 1.395,55	S/. 1.395,55



Calculamos los flujos operativos por mejora de productividad:

	Inicio de proyecto	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Flujo operativo	S/. -4.919,95	S/. 1.960,47	S/. 2.065,62	S/. 2.129,46	S/. 2.193,00



Comparamos los flujos operativos y obtenemos la diferencia, observamos que los ahorros por la mejora son mayores al pago de los intereses.

Comparación	Inicio de proyecto	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Flujo operativo Betex	S/. -4.919,95	S/. 1.960,47	S/. 2.065,62	S/. 2.129,46	S/. 2.193,00
Flujo operativo Banco	S/. 4.919,95	S/. -1.395,55	S/. -1.395,55	S/. -1.395,55	S/. -1.395,55
Ahorro por trimestre	0,00	564,92	670,07	733,91	797,45

Ingreso por la generación del proyecto VAN: **S/. 3.960,95**

Teniendo una tasa de interés de retorno para este proyecto es TIR: **24,54%**

Se pudo determinar que el proyecto resulta rentable si consideramos que se tomó una tasa de interés alta.

Conclusiones

- El estudio de la situación de la empresa permitió identificar la problemática así como determinar las principales causas (Deficiente gestión de la producción, inadecuado manejo del personal, inadecuada distribución de planta y baja eficiencia de la maquinaria) que generaban una baja productividad.
- Con la capacitación y aplicación de la metodología de las 5s en la planta, las áreas ahora lucen más ordenadas y se comprobó que trabajar en un lugar más ordenado influye en el desempeño de los empleados y evita retrasos en las operaciones.
- Mediante el desarrollo de actividades de mantenimiento autónomo y mantenimiento preventivo se pudieron reducir las principales fallas de la maquinaria aumentando así el nivel de la efectividad global de la maquinaria de tejido, remalle y planchado mejorando en un 32 %,2% y 2% respectivamente, siendo la más significativa la efectividad de la maquinaria de tejido ya que era de donde provenían la mayor cantidad de docenas defectuosas.
- Al obtener una mayor disponibilidad y rendimiento de la maquinaria en el proceso productivo de los calcetines, se redujo el porcentaje de docenas defectuosas de la línea de caballero en un 42 %, línea de Bebé en 34% y en la línea de dama un 43%.
- Se incrementó la productividad de la líneas de producción de caballero, bebe y dama en un 3.34% ,10.38 % y 4.45% respectivamente.
- En la evaluación económica realizada bajo los 3 escenarios se obtuvo un VAN positivo y un TIR mayor al COK, ambos indicadores nos señalan que el proyecto es rentable económicamente y que además genera mayor valor para el inversionista de la empresa. El ahorro anual de las líneas de producción de

calcetines de caballero asciende a s/ 4,739, el de dama s/. 2,373.88 y el de bebé a s/5,736 haciendo un total global de s/12,848.88.



Recomendaciones

- Se considera vital asignar responsables que permitan continuar con el seguimiento y control de las mejoras implantadas ya que esto permitirá medir el avance de la empresa en el tiempo y detectar problemas de forma anticipada.
- Es de suma importancia la incorporación del indicador de eficiencia global de la línea (OEE, por sus siglas en inglés) como indicador principal de la eficiencia de la maquinaria. Por ello es necesario el seguimiento y análisis de las principales pérdidas causantes de su variación. Por otro lado, indicadores tales como tiempo promedio para reparar (MTTR, por sus siglas en inglés) y tiempo promedio entre fallas (MTBF, por sus siglas en inglés) están ligados a la estabilidad de la línea y deben ser llevados prioritariamente.
- Respecto a la implementación de las 5S's, es conveniente la realización de auditorías constantes que verifiquen el uso sostenible de la herramienta, campañas periódicas de recordación de beneficios de esta técnica y la extensión de la misma a las áreas administrativas.
- Se recomienda realizar cada cierto tiempo actividades de integración del personal operativo y administrativo para mejorar la motivación y el clima laboral de la empresa, tomando en cuenta sus opiniones.
- Se debe diseñar un plan de marketing que permita capturar nuevos clientes y por ende aumentar las ventas que permitan mayores ingresos.

Referencias Bibliográficas

- Actualidad Empresarial. (Febrero de 2010). Costos para medir calidad y productividad en la empresa. Recuperado el 2014, de http://www.aempresarial.com/web/revitem/5_10715_85142.pdf
- Agencia Europea de Productividad. (s.f.). Entre sistemas. Obtenido de <http://www.eficiencia.info/2010/09/definiciones-de-productividad.html>
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. (2012). Mejora continua de los procesos. Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima.
- Cuatrecasas, L. (2009). Diseño Avanzado de Procesos y Plantas de Producción Flexible. Barcelona: Bresca.
- Cuatrecasas, L. (2012). Gestión del Mantenimiento de los equipos productivos. Madrid: Díaz de Santos.
- Departamento Nacional de Planeación de Colombia. (2009). Departamento Nacional de Planeación. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=-hBkmozjehk%3D&tabid=1214>
- Fernández García, R. (2010). La mejora de productividad en la mediana y pequeña empresa. San Vicente, España: Club Universitario.
- Griful, E., & Canela, M. A. (2002). Gestión de la Calidad. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Guajardo. (2003). Administración de la Calidad Total. México D.F.: Pax México.
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing: Concepto, técnicas e implementación. Madrid: Escuela de Organización Industrial.
- Imai, M. (1989). Kaizen , la clave de la ventaja competitiva japonesa (1ra ed.). México D.F: Continental.
- Instituto para la calidad-PUCP. (Junio de 2011). Instituto para la calidad. Recuperado el 10 de 08 de 2014, de <http://calidad.pucp.edu.pe/wiki-calidad/que-es-six-sigma#sthash.QaN13R7s.dpbs>
- Juran, J. M., Gryna, F. M., & Bingham, R. (2005). Manual de control de la calidad (Segunda ed., Vol. 1). Barcelona, España: Reverté.

- Mejía, B. (2007). Gerencia de Procesos (Quinta ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Membrado, J. (2007). Metodologías Avanzadas para la planificación y mejora. Madrid: Díaz de Santos.
- Ministerio de Trabajo. (2008). Crece Mype. Obtenido de <http://www.crecemype.pe/portal/images/stories/files/decretosupremo007-2008.pdf>
- Olavarrieta, J. (1999). Conceptos generales de productividad, sistemas , normalización y competitividad para la MYPE. México D.F.: Universidad Iberoamericana.
- Gutiérrez Pulido, G. (2010). Calidad Total y Productividad. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Rey Sancristán, F. (2005). Las 5S :Orden y Limpieza en el Puesto de Trabajo. Madrid: FC.
- Rodríguez Combeller, C. (1999). El nuevo escenario:La cultura de calidad y productividad en las empresas. Jalisco: ITESO.
- Wu, Y., & Wu, A. (1997). Diseño Robusto utilizando los métodos de Taguchi. Madrid: Diaz de Santos.
- Vanegas ,M. (2001). Productividad Total. México D.F.: Ediciones Castillo
- Cuatrecasas, L.& Torrel, F. (2010). TPM en un entorno Lean Management. Barcelona: Profit Editorial.
- Estupiñan , O. (2006). Análisis Financiero y de Gestión. Ecoe Ediciones

ANEXOS

Anexo 1: La empresa

Anexo 2: Las 6 grandes pérdidas

Anexo 3: Toma de tiempos de cada línea de producción

Anexo 4: Encuesta a operarios

Anexo 5: Check list de mantenimiento autónomo

Anexo 6: Plan de mantenimiento preventivo

Anexo 7: Formato para el registro de producción

Anexo 8: Encuesta para requerimientos de los clientes

Anexo 9: Formulación de planeamiento estratégico y BSC

LOS ANEXOS HAN SIDO RESTRINGIDOS POR EL AUTOR.
CONSULTE EN BIBLIOTECA LA VERSIÓN FÍSICA.

